



DEUTSCHES
PATENT- UND
MARKENAMT

②① Aktenzeichen: 100 38 072.7
②② Anmeldetag: 4. 8. 2000
④③ Offenlegungstag: 15. 2. 2001

DE 100 38 072 A 1

③⑩ Unionspriorität:

P11-222031	05. 08. 1999	JP
P11-223065	05. 08. 1999	JP
P11-230430	17. 08. 1999	JP

⑦① Anmelder:

Denso Corp., Kariya, Aichi, JP

⑦④ Vertreter:

Tiedtke, Bühling, Kinne & Partner, 80336 München

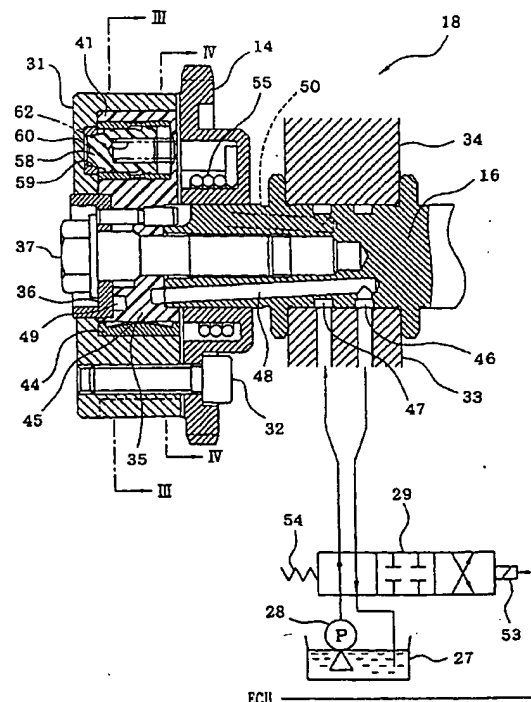
⑦② Erfinder:

Sato, Osamu, Kariya, Aichi, JP; Okada, Motohiro,
Kariya, Aichi, JP; Inoue, Masaomi, Kariya, Aichi, JP

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

⑤④ Steuergerät für eine variable Ventilzeit für Motoren

⑤⑦ Ein Steuergerät für eine variable Ventilzeit ist so aufgebaut, dass ein hydraulischer Druck zu einer Freigabekammer (60) für ein Freigeben eines Einrastzapfens (58) lediglich von einer Nacheilkammer geliefert wird. Beim Ankurbeln eines Motors (11) wird ein Hydraulikdrucksteuerventil (29) so gesteuert, dass der hydraulische Druck lediglich zu der Voreilkammer geliefert wird und der hydraulische Druck nicht auf die Freigabekammer (60) aufgebracht wird. Dadurch wird verhindert, dass der Einrastzapfen (58) beim Ankurbeln des Motors zuvor freigegeben wird. Danach wird ein Steuerstrom eines Solenoids (53) des Hydraulikdrucksteuerventils (29) auf einen Haltestrom (Ih) zum Halten der Position der Nockenwellenphase zu dem Zeitpunkt geschaltet, bei dem eine zum Ermöglichen des Liefers des hydraulischen Druckes erforderliche Zeitspanne zum Steuern der Nockenwellenphase nach der Vollendung des Ankurbelns ausreichend ist, um den hydraulischen Druck gleichermaßen zu sowohl der Voreilkammer als auch der Nacheilkammer zu liefern. Dadurch wird der hydraulische Druck ebenfalls zu der Freigabekammer (60) von der Nacheilkammer geliefert und der Einrastzapfen (58) wird freigegeben.



DE 100 38 072 A 1

Die vorliegende Erfindung bezieht sich auf ein Steuergerät für eine variable Ventilzeit für Verbrennungsmotoren.

Inzwischen gibt es viele in einem Kraftfahrzeug eingebaute Verbrennungsmotoren, die ein Steuergerät für variable Ventilzeit aufgreifen, um dessen Leistung zu verbessern, den Kraftstoffverbrauch günstiger zu gestalten und die Abgasemission zu verringern. Ein Steuergerät für eine variable Ventilzeit der Flügelart weist, wie dies in Fig. 36 gezeigt ist, ein Gehäuse 1, das sich synchron zu einer Kurbelwelle des Motors dreht, einen Rotor 2, der mit einer Einlassventilnockenwelle oder Auslassventilnockenwelle verbunden ist und konzentrisch zu dem Gehäuse 1 angeordnet ist, und Fluidkammern 3 auf, die in dem Gehäuse 1 ausgebildet sind und als voreilende Kammern 5 und nacheilende Kammern 6 durch an dem Rotor 2 vorgesehene Flügel 4 geteilt sind.

Die Ventilzeit wird variabel gesteuert, indem die Drehwinkelphase der Nockenwelle oder die "Phase der Nockenwelle" in Bezug auf die Kurbelwelle durch ein Relativdrehen des Gehäuses 1 und des Rotors 2 (der Flügel 4) verändert wird, indem ein hydraulischer Druck der voreilenden Kammer 5 und der nacheilenden Kammer 6 durch ein Hydraulikdrucksteuerventil gesteuert wird.

Die Druckschrift JP-A-9-324 613 schlägt ein Verfahren zum Vergrößern eines steuerbaren Bereiches der Ventilzeit (der Phase der Nockenwelle) vor, indem eine Blockierphase beim Anhalten des Motors fast bei der Zwischenposition (mittleren Position) des steuerbaren Bereiches der Nockenwellenphase eingestellt wird.

Jedoch arbeitet bei diesem Aufbau der hydraulische Druck sowohl der voreilenden Kammer als auch der nacheilenden Kammer 5 und 6 stets in der Freigaberichtung. Als ein Ergebnis wird ein Einrastzapfen 7 mitunter freigegeben, wenn der hydraulische Druck von entweder der voreilenden Kammer 5 oder der nacheilenden Kammer 6 zuerst hoch wird, selbst wenn der hydraulische Druck der anderen Kammer niedrig ist, und zwar aufgrund der Zunahme des hydraulischen Druckes, die durch die Zunahme der Motordrehzahl (die Drehzahl der Ölpumpe) beim Ankurbeln des Motors bewirkt wird.

Die Nockenwellenphase ändert sich plötzlich in dem Augenblick des Freigebens und die Ventilzeit kann nicht auf den Zielwert gesteuert werden, da der hydraulische Druck in der anderen Kammer selbst dann gering ist, wenn das Einrasten in einem derartigen Zustand aufgehoben wird. Als ein Ergebnis wird, da der Motor bei einer ungeeigneten Ventilzeit angekurbelt wird, das Startvermögen verschlechtert, die Motorstartzeit verlängert oder der Motorbetriebszustand nach dem Start instabil gestaltet, bis der Hydraulikdruck zunimmt. Darüber hinaus schlägt der Flügel 4 an das Gehäuse 1, womit ein Geräusch erzeugt wird, da die Position des Flügels 4 nicht bis zu der Zunahme des Hydraulikdruckes feststehend ist.

Die Nockenwellenphase ändert sich ebenfalls plötzlich zu der Seite, bei der der Hydraulikdruck im Augenblick des Freigebens hoch ist, womit bewirkt wird, dass die tatsächliche Ventilzeit (die Phase der Nockenwelle) außerordentlich von dem Zielwert abweicht. Daher bestimmt ein Anomalitätsüberprüfungssystem zum Überprüfen, ob das Steuergerät zur variablen Ventilzeit eine Anomalität aufweist oder nicht, mitunter fehlerhaft, dass das Übergangsverhalten der Nockenwellenphase beim Freigeben (Aufheben des Blockierens) abnormal ist.

Wenn der Motor im kalten Zustand vor dem Temperaturanstieg des Öls angehalten wird, wird das Öl kaum aus einem Blockierloch herausgezogen. Der Einrastzapfen 7 ist schwerlich in dem Blockierloch eingepasst, wenn der Motor

angehalten wird, da die Viskosität des Öles innerhalb der Hydraulikschaltung hoch ist und das Fließvermögen des Öles schlecht ist. Der Einrastzapfen 7 sitzt schwerlich in dem Blockierloch, wenn die Bewegung der Nockenwellenphase aufgrund eines Fehlverhaltens oder dergleichen geringfügig ist. Wenn der Einrastzapfen 7 freigegeben wird, während der Motor in diesen Fällen arbeitet, sitzt der Einrastzapfen 7 wohl kaum in dem Blockierloch, und die Nockenwellenphase kann nicht an der Zwischenblockierphase beim Anhalten des Motors danach blockiert werden.

Wenn die Nockenwellenphase nicht bei der Zwischenblockierphase beim Anhalten des Motors blockiert werden kann, kann die Ventilzeit (die Phase der Nockenwelle) nicht auf den Zielwert (um die Zwischenblockierphase herum) gesteuert werden, bis die Motordrehzahl zugenommen hat und der hydraulische Druck zugenommen hat. Als ein Ergebnis ist aufgrund dessen, dass der Motor bei der Ventilzeit von dem Zielwert abweichend angekurbelt wird, das Startvermögen schlecht und es erfordert eine gewisse Zeitspanne bis der Motor angekurbelt ist. Außerdem ist die Position des Flügels 4 nicht feststehend, bis der hydraulische Druck zunimmt. Wenn der Motor ohne ein Blockieren der Nockenwellenphase angekurbelt wird, schlägt der Flügel 4 an das Gehäuse 1, wodurch ein Geräusch erzeugt wird.

Dem gemäß ist es die Hauptaufgabe der vorliegenden Erfindung, ein Steuergerät für eine variable Ventilzeit für Verbrennungsmotoren zu schaffen, das in zuverlässiger Weise verhindern kann, dass die Nockenwelle beim Ankurbeln des Motors freigegeben ist.

Ein zweites Ziel der vorliegenden Erfindung ist es, die Zuverlässigkeit eines Systems zum Überprüfen eines abnormalen Verhaltens zu verbessern, indem verhindert wird, dass das Übergangsverhalten der Nockenwellenphase direkt nach dem Freigeben von vornherein fehlerhafterweise als abnormal bestimmt wird.

Ein drittes Ziel der vorliegenden Erfindung ist es, die Probleme des schlechten Startvermögens, des Geräusches und dergleichen, die durch das Fehlverhalten des Blockierens bewirkt werden, zu vermeiden, indem verhindert wird, dass der Motor in einem Zustand angekurbelt wird, bei dem die Nockenwellenphase nicht blockiert ist.

Um die Hauptaufgabe der Erfindung zu lösen, wird eine Fluiddrucksteuerung derart gesteuert, dass kein Fluidruck, der ansonsten das Freigeben bewirkt, auf eine Blockierfreigabekammer eines Blockierteils beim Ankurbeln eines Motors aufgebracht wird. Dadurch wird es möglich, zuverlässig zu verhindern, dass die Nockenwellenphase beim Ankurbeln des Motors unblockiert ist, und das Startverhalten, die Steuerbarkeit des Motors und das Geräuschverhalten werden verbessert, wobei die Geräusche ansonsten durch das weniger sorgfältige Freigeben bewirkt werden würden.

Um das zweite Ziel der vorliegenden Erfindung zu erreichen, wird die Anomalitätsüberprüfungsbedingung beim Freigeben des Blockierteils niedriger angesetzt bzw. gelockert. Dadurch wird es möglich, zu verhindern, dass das Übergangsverhalten der Nockenwellenphase direkt nach dem Freigeben fehlerhafterweise von vornherein als abnormal bestimmt wird. Da außerdem der Prozess zum Prüfen der Anomalität durch die geringer angesetzte Anomalitätsüberprüfungsbedingung selbst bei freigegebener Blockierung fortgesetzt werden kann, kann die Anomalität schnell erfasst werden, wenn sie auftritt. Somit ist es möglich, die beiden Funktionen eines schnellen Erfassens einer Anomalität und eines Verhinderns einer fehlerhaften Erfassung zu erreichen.

In diesem Fall kann die Anomalitätsüberprüfungsbedingung nach dem Ablauf einer bestimmten Zeitspanne nach dem Erfassen der Freigabe des Blockierteils zu Normalwer-

ten zurückkehren. Dadurch kann die Anormalitätsüberprüfungsbedingung wieder zurückgestellt werden, nachdem die Steuerung der Nockenwellenphase nach dem Freigeben stabilisiert worden ist.

Die Zeitspanne bis zu dem Zeitpunkt, bei dem die Steuerung der Nockenwellenphase nach dem Freigeben stabilisiert worden ist, ändert sich in Abhängigkeit von der Viskosität des Öles (Fließvermögen des Öles) innerhalb der hydraulischen Schaltung zu diesem Zeitpunkt, und die Viskosität des Öles ändert sich mit Abhängigkeit von der Öltemperatur. Da die Öltemperatur mit der Kühlmitteltemperatur und der Motortemperatur in einer Wechselbeziehung steht, kann die Kühlmitteltemperatur oder die Motortemperatur als wesentliche Information in Bezug auf die Öltemperatur verwendet werden.

Um das dritte Ziel der Erfindung zu erreichen, kann das Freigeben des Einrastteils bis zu dem Zeitpunkt behindert werden, bei dem die Nockenwellenphase nach dem Ankurbeln des Motors bewegbar wird. Dadurch kann der Verbrennungsmotor in dem Zustand angehalten werden, bei dem die Nockenwellenphase durch das Einrast- oder Blockierteil gesperrt ist, indem der Verbrennungsmotor angehalten wird, bevor die Nockenwellenphase nach dem Ankurbeln des Motors beweglich wird. Dadurch wird es möglich, den Motor das nächste Mal in dem Zustand anzukurbeln, bei dem die Nockenwellenphase durch das Einrastteil fest blockiert ist, wobei eine Verschlechterung des Startvermögens und ein Geräusch vermieden wird, das ansonsten durch das Fehlverhalten des Sperrens bewirkt werden würde.

In diesem Fall ist es möglich, auf der Grundlage der Information im Bezug auf die Temperatur wie beispielsweise die Öltemperatur, die Kühlmitteltemperatur und die Motortemperatur zu überprüfen, ob die Nockenwellenphase beweglich ist oder nicht, indem berücksichtigt wird, dass die Bewegung der Nockenwellenphase sich in Abhängigkeit von der Viskosität (Öltemperatur) des Öles innerhalb des Hydraulikschaltkreises ändert.

Andere Ziele, Merkmale und Vorteile der vorliegenden Erfindung werden aus der nachstehend aufgeführten detaillierten Beschreibung unter Bezugnahme auf die beigefügten Zeichnungen deutlicher.

Fig. 1 zeigt eine schematische Aufbauansicht des gesamten Steuersystems eines ersten Ausführungsbeispiels der Erfindung.

Fig. 2 zeigt eine Längsschnittansicht einer Ventilzeiteinstelleinheit des ersten Ausführungsbeispiels.

Fig. 3 zeigt eine Schnittansicht entlang einer Linie III-III in Fig. 2.

Fig. 4 zeigt eine Schnittansicht entlang einer Linie IV-IV in Fig. 2.

Fig. 5 zeigt eine Schnittansicht entlang einer Linie V-V in Fig. 4.

Fig. 6 zeigt eine ausschnittartig vergrößerte Schnittansicht des Zustandes, bei dem ein Einrastzapfen des ersten Ausführungsbeispiels eingerastet ist.

Fig. 7 zeigt eine ausschnittartig vergrößerte Schnittansicht von einem Zustand, bei dem der Einrastzapfen des ersten Ausführungsbeispiels freigegeben ist.

Fig. 8 zeigt eine Steuerblockabbildung der Ventilzeitsteuerung bei dem ersten Ausführungsbeispiel.

Fig. 9 zeigt eine graphische Darstellung der Eigenschaften der Voreilgeschwindigkeit einer Nockenwellenphase bei dem ersten Ausführungsbeispiel.

Fig. 10 zeigt eine Blockabbildung eines Haltestromerkennungsverfahrens eines Haltestromerkennungsabschnittes bei dem ersten Ausführungsbeispiel.

Fig. 11 zeigt ein Flussdiagramm von Prozessen eines Freigabesteuerprogramms des ersten Ausführungsbeispiels.

Fig. 12 zeigt ein Zeitablaufdiagramm von beispielartigen Steuerungen des ersten Ausführungsbeispiels.

Fig. 13 zeigt eine Schnittansicht einer Ventilzeiteinstelleinheit gemäß einem zweiten Ausführungsbeispiel der Erfindung.

Fig. 14 zeigt eine ausschnittartige vergrößerte Schnittansicht des Zustandes, bei dem ein Einrastzapfen des zweiten Ausführungsbeispiels eingerastet ist.

Fig. 15 zeigt ein Flussdiagramm von Prozessen eines Freigabesteuerprogramms des zweiten Ausführungsbeispiels.

Fig. 16 zeigt eine schematische Aufbauansicht des gesamten Steuersystems gemäß einem dritten Ausführungsbeispiel der Erfindung.

Fig. 17 zeigt eine Längsschnittansicht einer Ventilzeiteinstelleinheit des dritten Ausführungsbeispiels.

Fig. 18 zeigt eine Schnittansicht entlang einer Linie XVIII-XVIII in Fig. 17.

Fig. 19 zeigt eine Schnittansicht entlang einer Linie XIX-XIX in Fig. 17.

Fig. 20 zeigt eine Schnittansicht entlang einer Linie XX-XX in Fig. 19.

Fig. 21 zeigt eine ausschnittartig vergrößerte Schnittansicht von dem Zustand, bei dem ein Einrastzapfen des dritten Ausführungsbeispiels eingerastet ist.

Fig. 22 zeigt eine ausschnittartig vergrößerte Schnittansicht von dem Zustand, bei dem der Einrastzapfen des dritten Ausführungsbeispiels freigegeben ist.

Fig. 23 zeigt ein Flussdiagramm von Prozessen eines Abnormalitätsbestimmungsprogramms des dritten Ausführungsbeispiels.

Fig. 24 zeigt ein Flussdiagramm von Prozessen eines Freigabesteuerprogramms des dritten Ausführungsbeispiels.

Fig. 25 zeigt ein Zeitablaufdiagramm von beispielartigen Steuerungen des dritten Ausführungsbeispiels.

Fig. 26 zeigt ein Flussdiagramm von Prozessen eines Einrastvoreilsteuerprogramms des dritten Ausführungsbeispiels.

Fig. 27 zeigt ein Zeitablaufdiagramm von beispielartigen Steuerungen des dritten Ausführungsbeispiels.

Fig. 28 zeigt eine Längsschnittansicht von einer Ventilzeiteinstelleinheit gemäß einem vierten Ausführungsbeispiel der Erfindung.

Fig. 29 zeigt eine Schnittansicht entlang einer Linie XXIX-XXIX in Fig. 28.

Fig. 30 zeigt eine ausschnittartig vergrößerte Schnittansicht von dem Zustand, bei dem der Einrastzapfen des vierten Ausführungsbeispiels eingerastet ist.

Fig. 31 zeigt ein Flussdiagramm von Prozessen eines Freigabesteuerprogramms des vierten Ausführungsbeispiels.

Fig. 32 zeigt ein Flussdiagramm von Prozessen eines Freigabesteuerprogramms gemäß einem fünften Ausführungsbeispiel der Erfindung.

Fig. 33 zeigt ein Flussdiagramm von Prozessen eines Freigabeermöglichkeits-verhinderungsbestimmungsprogramms gemäß einem sechsten Ausführungsbeispiel der Erfindung.

Fig. 34 zeigt ein Flussdiagramm von Prozessen eines Hauptrelaissteuerprogramms gemäß einem siebten Ausführungsbeispiel der Erfindung.

Fig. 35 zeigt ein Zeitablaufdiagramm einer beispielartigen Steuerung des siebten Ausführungsbeispiels.

Fig. 36 zeigt eine Schnittansicht einer Ventilzeiteinstelleinheit nach dem Stand der Technik.

Ein erstes Ausführungsbeispiel, bei dem die vorliegende Erfindung auf ein Gerät zur variablen Ventilzeitsteuerung des Einlassventils angewendet ist, ist nachstehend unter Bezugnahme auf die Fig. 1 bis 12 erläutert.

Wie dies in Fig. 1 gezeigt ist, wird eine Kraft von einer Kurbelwelle 12 zu einer Nockenwelle 16 an der Einlassseite und einer Nockenwelle 17 an der Auslassseite durch eine Steuerkette 13 über Kettenzahnrad 14 und 15 bei einem DOHC-Motor 11, d. h. einem Verbrennungsmotor übertragen. Außerdem ist eine Ventilzeiteinstelleinheit 18 zum Einstellen eines Voreilwinkels der Nockenwelle 16 an der Einlassseite in Bezug auf die Kurbelwelle 12 an der einlassseitigen Nockenwelle 16 vorgesehen. Ein Nockenwinkelsensor 19 zum Erfassen eines Nockenwinkels ist am Umfang der einlassseitigen Nockenwelle 16 vorgesehen und ein Kurbelwinkelsensor 20 zum Erfassen eines Kurbelwinkels ist an dem Umfang der Kurbelwelle 12 vorgesehen.

Ausgabesignale dieses Kurbelwinkelsensors 20 und dieses Nockenwinkelsensors 19 werden in eine Motorsteuereinheit (ECU) 21 eingegeben. Die Motorsteuereinheit 21 berechnet die tatsächliche Ventilzeit des Einlassventils und auch die Motordrehzahl aus der Frequenz der Ausgabeimpulse des Kurbelwinkelsensors 20. Ausgabesignale von verschiedenen Sensoren zum Erfassen der Motorbetriebsbedingungen wie beispielsweise ein Einlassdrucksensor 22, ein Kühlwassertempersensord 23 und ein Drosselsensor 24 und auch Ausgabesignale eines Zündschalters 25 und eines Zeitgliedes 26 werden ebenfalls in die Motorsteuereinheit 21 eingegeben.

Auf der Grundlage dieser verschiedenen eingegebenen Signale führt die Motorsteuereinheit 21 eine Kraftstoffeinspritzsteuerung und eine Zündsteuerung aus und steuert die Ventilzeiteinstelleinheit 18 derart, dass die tatsächliche Ventilzeit (tatsächlicher Voreilwinkel der einlassseitigen Nockenwelle 16) des Einlassventils mit der Zielventilzeit (Zielvoreilwinkel) übereinstimmt, indem eine nachstehend beschriebene Steuerung einer variablen Ventilzeit ausgeführt wird. Öl innerhalb eines Ölbehälters (Ölpfanne) 27 wird zu einer Hydraulikschaltung der Ventilzeiteinstelleinheit 18 durch eine Ölpumpe 28 über ein Öldrucksteuerventil (eine Fluidrucksteuereinrichtung) geliefert. Der tatsächliche Voreilwinkel (tatsächliche Ventilzeit) der einlassseitigen Nockenwelle 16 kann gesteuert werden, indem der hydraulische Druck durch das Öldrucksteuerventil 29 gesteuert wird.

Nachstehend ist der Aufbau der Ventilzeiteinstelleinheit 18 auf der Grundlage der Fig. 2 bis 5 erläutert. Ein Gehäuse 31 (ein erster Drehkörper) der Ventilzeiteinstelleinheit 18 ist an dem Kettenzahnrad 14, das an dem Umfang der einlassseitigen Nockenwelle 16 drehbar gestützt ist, durch eine Schraube 32 befestigt. Dadurch wird die Umdrehung der Kurbelwelle 12 auf das Kettenzahnrad 14 und das Gehäuse 31 über die Steuerkette 13 übertragen und das Kettenzahnrad 14 und das Gehäuse 31 drehen sich synchron mit der Kurbelwelle 12.

Außerdem ist die einlassseitige Nockenwelle 16 an einem Zylinderkopf 33 und einer Lagerabdeckung 34 drehbar gestützt und ein Rotor (ein zweiter Drehkörper) 35 ist an einem Ende der einlassseitigen Nockenwelle 16 durch eine Schraube 37 über einer Halteinrichtung 36 befestigt. Der Rotor 35 ist relativ drehbar innerhalb des Gehäuses 31 untergebracht.

Wie dies in den Fig. 3 und 4 gezeigt ist, ist eine Vielzahl an Fluidkammern 40 innerhalb des Gehäuses 31 ausgebildet und jede Fluidkammer 40 ist in Voreilwinkelkammern 42 und Nacheilwinkelkammern 43 durch Flügel 41 geteilt, die an dem Umfang des Rotors 35 ausgebildet sind. Dichtelemente 44 sind an dem Umfang des Rotors 35 und an dem Umfang des Flügels 41 angebracht. Das Dichtelement 44 wird in der Umfangsrichtung durch eine Blattfeder 45 gedrängt (siehe Fig. 2). Dadurch werden der Zwischenraum zwischen der Außenumfangsebene des Rotors 35 und der

Innenumfangsebene des Gehäuses 31 und auch der Zwischenraum zwischen der Außenumfangsebene des Flügels 41 und der Fluidkammer 40 durch das Dichtelement 44 abgedichtet.

Ringartige Voreil- und Nacheilnuten 46 und 47, die an dem Umfang der einlassseitigen Nockenwelle 16 ausgebildet sind, stehen mit vorbestimmten Öffnungen des Hydraulikdrucksteuerventils 29 jeweils in Verbindung, so dass das Öl, das durch die Ölpumpe 28 von der Ölpfanne 27 durch die Kraft des Motors 11 gepumpt wird, zu der Voreilnut 46 und der Nacheilnut 47 über das Hydraulikdrucksteuerventil 29 geliefert wird. Eine Voreilölbahn 48, die mit der Voreilnut 46 verbunden ist, ist so ausgebildet, dass sie durch die Innenseite der einlassseitigen Nockenwelle 16 dringt, um mit einer bogenartigen Voreilölbahn 49 (siehe Fig. 3) in Verbindung zu stehen, die an der linken Seite des Rotors 35 ausgebildet ist. Die bogenartige Voreilölbahn 49 steht mit den jeweiligen Voreilkammern 42 in Verbindung. Außerdem ist eine mit der Nacheilnut 47 verbundene Nacheilölbahn 50 so ausgebildet, dass sie durch die Innenseite der einlassseitigen Nockenwelle 16 dringt, um mit einer bogenartigen Nacheilölbahn 51 (siehe Fig. 4) in Verbindung zu stehen, die an der rechten Seite des Rotors 35 ausgebildet ist. Die bogenartige Nacheilölbahn 51 steht mit den jeweiligen Nacheilkammern 43 in Verbindung.

Das Hydraulikdrucksteuerventil 29 ist ein Schaltventil mit vier Öffnungen und drei Positionen, dessen Ventilelement durch ein Solenoid 53 und eine Feder 54 angetrieben wird, und das die Position des Ventils von den Positionen zum Liefern von Hydraulikdruck zu der Voreilkammer 42, zum Liefern des Hydraulikdrucks zu der Nacheilkammer 43 und zum Liefern von keinerlei Hydraulikdruck weder zu der Voreilkammer noch zu der Nacheilkammer 43 umschaltet. Wenn kein Strom zu dem Solenoid 53 fließt, ist das Ventil automatisch in die Position zum Liefern von Hydraulikdruck zu der Voreilkammer 42 durch die Feder 54 geschaltet, so dass der hydraulische Druck in der Richtung des Voreilens der Nockenwellenphase wirkt.

Der Flügel 41 ist durch den hydraulischen Druck der Voreilkammer 42 und der Nacheilkammer 43 fixiert, wenn Öl eines vorbestimmten Druckes oder eines höheren Druckes zu der Voreilkammer 42 beziehungsweise der Nacheilkammer 43 geliefert wird. Dann wird die durch die Drehung der Kurbelwelle 12 bewirkte Drehung des Gehäuses 31 zu dem Rotor 35 (Flügel 41) über das Öl übertragen und die einlassseitige Nockenwelle 16 wird als ein Körper mit dem Rotor 35 gedreht. Während des Betriebs des Motors wird die Ventilzeit des Einlassventils verändert, indem die Drehphase der einlassseitigen Nockenwelle 16 in Bezug auf die Kurbelwelle 12 (Nockenwellenphase) gesteuert wird, indem das Gehäuse 31 und der Rotor (Flügel 41) relativ gedreht werden, indem der hydraulische Druck der Voreilkammer 42 und der Nacheilkammer durch das Hydraulikdrucksteuerventil 29 gesteuert wird. Es sollte beachtet werden, dass eine Schraubenfeder 55 (siehe Fig. 2), die den hydraulischen Druck für ein Relativdrehen des Rotors 35 in der Voreilrichtung während der Voreilsteuerung durch die Kraft der Feder unterstützt, innerhalb des Kettenzahnrades 14 untergebracht ist.

Wie dies in den Fig. 3 und 4 gezeigt ist, sind Anschlagabschnitte 56 zum Begrenzen eines Relativdrehbereiches des Rotors 35 (des Flügels 41) in Bezug auf das Gehäuse 31 an beiden Seiten von jedem Flügel 41 ausgebildet, um die am weitesten nacheilende Phase und die am weitesten voreilende Phase der Nockenwellenphase zu begrenzen. Des weiteren ist ein Einrastzapfen 58 (eine Einrasteinrichtung oder Sperreinrichtung) zum Blockieren der Relativdrehung des Gehäuses 31 und des Rotors 35 (des Flügels 41) innerhalb

eines in dem anderen Flügel 41 ausgebildeten Einrastzapfenunterbringloches 57 untergebracht. Die Nockenwellenphase wird annähernd an der Zwischenposition oder mittleren Position (Zwischenblockierphase) in dem steuerbaren Bereich blockiert, wenn der Einrastzapfen 58 in einem Einrastloch 59 (siehe Fig. 2) sitzt, das innerhalb des Gehäuses 31 vorgesehen ist. Diese Zwischenblockierphase wird bei der Phase eingestellt, die zum Starten geeignet ist.

Wie dies in den Fig. 6 und 7 gezeigt ist, ist der Einrastzapfen 58 gleitfähig in ein zylindrisches Element 61 eingeführt, das an dem Innenumfang des Einrastzapfenunterbringloches 57 sitzt, und wird in die Einrasttrichtung (Vorstehttrichtung) durch eine Feder 62 gedrängt. Der Zwischenraum innerhalb des Einrastloches 59 ist eine Freigabekammer 60, die mit einer Freigabenut in Verbindung steht, die zwischen dem Einrastzapfen 58 und dem zylindrischen Element 61 ausgebildet ist. Außerdem ist ein Verbindungsloch 65 für eine Verbindung der Freigabenut 63 mit der Nacheilkammer 43 über den Flügel 41 ausgebildet, um einen hydraulischen Druck zu der Freigabekammer 60 von der Nacheilkammer 43 über die Freigabenut 63 zu liefern.

Der Einrastzapfen 58 wird in dem Zustand gehalten, bei dem er in dem Einrastloch 59 durch die Feder 62 sitzt, wenn der Einrastzapfen 58 eingerastet oder blockiert ist und die Nockenwellenphase bei der Zwischenblockierphase gehalten ist.

Da der hydraulische Druck der Freigabekammer 60 (der hydraulische Druck der Nacheilkammer 43) und der Freigabenut 63 abfällt, während der Motor angehalten ist, wird der Einrastzapfen 58 an der Einrastposition durch die Feder 62 gehalten. Dem gemäß wird der Motor in einem Zustand gestartet, bei dem der Einrastzapfen 58 in der Einrastposition (Zwischenblockierposition) gehalten ist. Wenn der hydraulische Druck der Freigabekammer 60 und der Freigabenut 63 nach dem Starten des Motors ansteigt, wird der Einrastzapfen 58 durch den hydraulischen Druck wie folgt freigegeben.

Wenn der von der Nacheilkammer 43 zu der Freigabekammer 60 über das Verbindungsloch 65 und die Freigabenut 63 nach dem Starten des Motors gelieferte hydraulische Druck (Kraft in die Richtung zum Freigeben des Blockierens) größer als die Kraft der Feder 62 wird, wird der Einrastzapfen 58 aus dem Einrastloch 59 durch den hydraulischen Druck der Freigabekammer 60 und der Freigabenut 63 herausgedrückt und in die Freigabeposition in Fig. 7 bewegt, wodurch der Einrastzapfen 58 freigegeben ist beziehungsweise nicht mehr eingerastet ist.

Da der hydraulische Druck der Freigabekammer 60 und der Freigabenut 63 während des Betriebs des Motors hoch ist, wird der Einrastzapfen 58 in der Freigabeposition durch diesen hydraulischen Druck gehalten. Dem gemäß wird der Zustand, bei dem das Gehäuse 31 und der Rotor 35 relativ drehen können, das heißt der Zustand, bei dem die Ventilzeitsteuerung ausgeführt werden kann, gehalten.

Während des Betriebs des Motors wirkt die Motorsteuerungseinheit 21 ebenfalls als Ventilzeitsteuereinrichtung. Das heißt, sie berechnet einen tatsächlichen Voreilwinkel (tatsächliche Ventilzeit des Einlassventils) der einlassseitigen Nockenwelle 16 auf der Grundlage der Ausgabesignale des Kurbelwinkelsensors 20 und des Nockenwinkelsensors 19 durch einen Berechnungsabschnitt 66 für den tatsächlichen Voreilwinkel und sie berechnet einen Zielvoreilwinkel (Zielventilzeit des Einlassventils) der einlassseitigen Nockenwelle 16 auf der Grundlage der Signale, die die Motorbetriebsbedingungen wie beispielsweise die Motordrehzahl, die Einlassmenge und die Kühltemperatur anzeigen, durch einen Berechnungsabschnitt 67 für einen Zielvoreilwinkel.

Außerdem berechnet sie einen Rückkopplungsregelstrom

I_{fb} auf der Grundlage der Abweichung zwischen dem tatsächlichen Voreilwinkel und dem Zielvoreilwinkel und ermittelt einen Steuerstrom $I (I = I_h + I_{fb})$ durch ein Addieren des Rückkopplungsstroms I_{fb} zu dem Haltestrom I_h, der durch einen Haltestromerkennungsabschnitt 69 erkannt wurde, wie dies nachstehend beschrieben ist, um den Strom des Hydraulikdrucksteuerventils 29 und des Solenoids 53 beim Rückkoppeln durch diesen Steuerstrom I zu steuern. Dadurch verändert sie die Nockenwellenphase durch ein Relativdrehen des Gehäuses 31 und des Rotors 35 durch ein Steuern des hydraulischen Drucks der Voreilkammer 42 und der Nacheilkammer 43 der Ventilzeiteinstelleinheit 18, um zu bewirken, dass der tatsächliche Voreilwinkel der einlassseitigen Nockenwelle 16 mit dem Zielvoreilwinkel übereinstimmt.

Die Voreilgeschwindigkeit der Nockenwellenphase auf Null zu stellen (siehe Fig. 9), das heißt, einen Steuerstrom des Hydraulikdrucksteuerventils 29 zum Halten der Nockenwellenphase bei einer fixierten Position. Der vorstehend beschriebene Haltestromerkennungsabschnitt 69 bestimmt, ob eine Normalität auftritt oder nicht (die Voreilgeschwindigkeit der Nockenwellenphase ist 0), auf der Grundlage des tatsächlichen Voreilwinkels und des Zielvoreilwinkels, und gibt bei Normalität ein Normalsignal aus, um den Steuerstrom I zu dem Zeitpunkt als den Haltestrom I_h auf den neuesten Stand zu bringen. Der Haltestromerkennungsabschnitt 69 wirkt als Haltestromerkennungseinrichtung.

Außerdem fällt, wenn die Motordrehzahl beim Anhalten des Motors 11 abfällt, der hydraulische Druck der Voreilkammer 42 und der Nacheilkammer 43 ab, da der Auslassdruck der Ölpumpe 28 abfällt. Dadurch wird, wenn der hydraulische Druck der Freigabekammer 60 (der hydraulische Druck der Nacheilkammer 43) abfällt und die Kraft der Feder 62 den hydraulischen Druck überschreitet, der Einrastzapfen 58 durch die Kraft der Feder 62 vorwärtsbewegt und sitzt in dem Einrastloch 59. Jedoch sitzt der Einrastzapfen 58 in dem Einrastloch 59 unter der Bedingung, dass die Position der beiden übereinstimmt, das heißt, dass die Nockenwellenphase mit der Zwischeneinrastphase übereinstimmt.

Da beim Anhalten des Motors 11 die Motordrehzahl (die Drehzahl der Ölpumpe 28) abfällt und der hydraulische Druck abfällt, ändert sich die Nockenwellenphase naturgemäß zu der Nacheilseite durch das Lastmoment der einlassseitigen Nockenwelle 16. Während dieses Prozesses sitzt der Einrastzapfen 58 in dem Einrastloch 59 und ist die Nockenwellenphase bei der Zwischenblockierphase blockiert, wie dies in Fig. 6 gezeigt ist. Es sollte beachtet werden, dass das Hydraulikdrucksteuerventil 29 so gesteuert werden kann, dass die Nockenwellenphase beim Anhalten des Motors 11 voreilt, um zuverlässig die Nockenwellenphase bei der Zwischenblockierphase zu blockieren.

Hierbei wird der Motor in dem Zustand gestartet, bei dem der Einrastzapfen 58 bei der Blockierposition oder Einrastposition (Zwischenblockierphase) gehalten ist, und der Einrastzapfen 58 wird durch den hydraulischen Druck der Freigabekammer 60 (der hydraulische Druck der Nacheilkammer 43) oder den hydraulischen Druck der Freigabenut 63 freigegeben, wenn deren Druck zunimmt. Wenn jedoch der Aufbau derart ist, dass der hydraulische Druck zu der Freigabekammer 60 (zu der Nacheilkammer 43) oder zu der Freigabenut 63 beim Starten des Motors geliefert wird, gibt es die Möglichkeit, dass der Einrastzapfen 58 beim Starten des Motors aufgrund der Zunahme des hydraulischen Druckes freigegeben wird, die durch die Zunahme der Motordrehzahl (Drehzahl der Ölpumpe 28) bewirkt wird.

Wenn der Einrastzapfen 58 vor dem Vollenden des Ankurbelns freigegeben wird, weicht die Nockenwellenphase von der Zwischenblockierphase, die für das Starten geeignet

ist, ab und der Motor startet bei einer ungeeigneten Ventilzeit. Als ein Ergebnis ist das Startvermögen verschlechtert, wird die Motorstartzeit verlängert oder wird die Motorbetriebsbedingung nach dem Start unstabil, bis der hydraulische Druck zunimmt.

Dann führt die Motorsteuereinheit 21 ein in Fig. 11 gezeigtes Freigabesteuerprogramm aus, um einen hydraulischen Druck lediglich zu der Voreilkammer 42 zu liefern, so dass kein hydraulischer Druck auf die Freigabekammer 60 (die Nacheilkammer 43) und die Freigabenut 63 aufgebracht wird, um zu verhindern, dass der Einrastzapfen 58 beim Starten des Motors freigegeben wird. Danach wird nach dem Vollenden des Ankurbelns der Einrastzapfen 58 durch das Aufbringen des Freigabehydraulikdrucks auf die Freigabekammer 60 und die Freigabenut 63 freigegeben, indem das Hydraulikdrucksteuerventil 29 so gesteuert wird, dass der Hydraulikdruck sowohl auf die Voreilkammer 42 als auch auf die Nacheilkammer 43 aufgebracht wird.

Das Freigabesteuerprogramm von Fig. 11 wird periodisch ausgeführt, nachdem der Zündschalter 25 ein Signal erhält und als eine Freigabesteuereinrichtung wirkt. Wenn dieses Programm aktiviert wird, wird zunächst bei Schritt 101 bestimmt, ob der Einrastzapfen 58 eingerastet ist oder nicht. Wenn er bereits freigegeben ist, endet dieses Programm ohne ein Ausführen eines Freigabeprozesses bei und nach Schritt 102.

Wenn außerdem bei Schritt 101 bestimmt worden ist, dass der Einrastzapfen 58 eingerastet ist, geht der Prozess zu Schritt 102 weiter, um den Steuerstrom I des Solenoids 53 des Hydraulikdrucksteuerventils 29 auf Null zum Beispiel zu setzen, um das Ventil zu der Position zum Liefern von Hydraulikdruck lediglich zu der Voreilkammer 42 durch die Feder 54 des Hydraulikdrucksteuerventils 29 zu steuern. Da kein Hydraulikdruck zu der Nacheilkammer 43 geliefert wird, wird kein hydraulischer Druck auf die Freigabekammer 60 aufgebracht.

Danach geht der Prozess zu Schritt 103 weiter, um Tabellendaten einer Zeitspanne T unter Verwendung der Kühlmitteltemperatur als ein Parameter zum Herausfinden einer Zeitspanne T entsprechend der Stromkühlmitteltemperatur zu finden. Hierbei ist die Zeitspanne T als eine Zeitspanne eingestellt, die geringfügig länger als eine Zeitspanne ist, die zum Eingeben des Zustandes erforderlich ist, durch den der ausreichende Hydraulikdruck zum Steuern der Nockenwellenphase bei der Vollendung des Ankurbelns geliefert werden kann. Die Zeitspanne, die zum Eingeben des Zustandes erforderlich ist, durch die der ausreichende hydraulische Druck geliefert werden kann, ändert sich entsprechend der Viskosität des Öles (des Fließvermögens des Öles) der hydraulischen Schaltung zu diesem Zeitpunkt und die Viskosität des Öles ändert sich entsprechend der Öltemperatur im Allgemeinen.

Dem gemäß ist es möglich, die Zeitspanne T entsprechend der Änderung einer Zeitspanne angemessen einzustellen, die zum Eingeben des Zustandes erforderlich ist, durch den der ausreichende Hydraulikdruck in Abhängigkeit von der Öltemperatur geliefert werden kann, indem die Zeitspanne T durch die Tabelle eingestellt wird, bei der die Kühlmitteltemperatur als eine Ersatzinformation für die Öltemperatur berücksichtigt ist. Es sollte beachtet werden, dass die Zeitspanne T unter Verwendung einer Tabelle der Zeitspanne T herausgefunden werden kann, indem die Öltemperatur oder die Motortemperatur als ein Parameter anstelle der Kühlmitteltemperatur verwendet wird. Darüber hinaus kann die Zeitspanne T herausgefunden werden, indem eine Funktionsgleichung anstelle der Tabelle verwendet wird.

Nach dem Berechnen der Zeitspanne T geht der Ablauf zu

Schritt 104 weiter, um zu bestimmen, ob die Zeitspanne T seit der Vollendung des Ankurbelns durch einen Zählwert eines Nachkurbelzählgliebes (siehe Fig. 12) zum Zählen eines Ablaufes der Zeit nach dem Vollenden des Ankurbelns abgelaufen ist oder nicht. Wenn die Zeitspanne T noch nicht abgelaufen ist, wird bestimmt, dass der ausreichende hydraulische Druck zum Steuern der Nockenwellenphase noch nicht geliefert worden ist, und der Prozess wartet bei Schritt 104.

Wenn dann bei Schritt 104 bestimmt worden ist, dass die Zeitspanne T nach dem Vollenden des Ankurbelns abgelaufen ist, wird bestimmt, dass der ausreichende hydraulische Druck zum Steuern der Nockenwellenphase geliefert werden kann. Der Prozess geht dann zu Schritt 105 weiter, um den Steuerstrom I des Solenoids 53 des Hydraulikdrucksteuerventils 29 auf den Haltestrom I_h einzustellen, der in Erfahrung gebracht wurde, während der Motor das letzte Mal in Betrieb war, um einen hydraulischen Druck zu sowohl der Voreilkammer 42 als auch der Nacheilkammer 43 zu liefern. Dadurch wird der hydraulische Druck von der Nacheilkammer 43 zu der Freigabekammer 60 und der Freigabenut 63 geliefert. Wenn der Freigabehydraulikdruck größer als die Kraft der Feder 62 des Einrastzapfens 58 wird, wird der Einrastzapfen 58 aus dem Einrastloch 59 durch den Freigabehydraulikdruck herausgedrückt und er wird freigegeben, das heißt er ist nicht mehr eingerastet.

Ein beispielartiges Ausführen der Freigabesteuerung des vorstehend beschriebenen ersten Ausführungsbeispiels ist nachstehend unter Verwendung eines Zeitablaufdiagramms von Fig. 12 erläutert. Wenn der Motor 11 bei eingeschaltetem Zündschalter 25 trotz arbeitender Ölpumpe 28 und Beginn des Anstieges des Hydraulikdruckes mit dem Ankurbeln beginnt, wird kein Hydraulikdruck zu der Freigabekammer 60 (der Nacheilkammer 43) und zu der Freigabenut 63 gebracht, indem der Steuerstrom des Solenoids 53 des Hydraulikdrucksteuerventils 29 so gesteuert wird, dass der Hydraulikdruck lediglich zu der Voreilkammer 42 geliefert wird. Die Steuerung des Aufbringens von keinem Freigabehydraulikdruck zu der Freigabekammer 60 und der Freigabenut 63 wird fortgesetzt bis zu einem Ablaufen der Zeitspanne T nach der Vollendung des Ankurbelns.

Der Steuerstrom des Solenoids 53 des Hydraulikdrucksteuerventils 29 wird auf den Haltestrom I_h geschaltet, der in Erfahrung gebracht wurde, während der Motor das letzte Mal in Betrieb war, um den Hydraulikdruck zu sowohl der Voreilkammer 42 als auch der Nacheilkammer 43 zu dem Zeitpunkt zu liefern, bei dem die für das Liefern des ausreichenden Hydraulikdruckes zum Steuern der Nockenwellenphase erforderliche Zeitspanne T abgelaufen ist. Dadurch wird der hydraulische Druck von der Nacheilkammer 43 zu der Freigabekammer 60 und der Freigabenut 63 geliefert und der Einrastzapfen 58 wird freigegeben.

Gemäß dem vorstehend beschriebenen ersten Ausführungsbeispiel ist es möglich, zuverlässig zu verhindern, dass die Nockenwellenphase beim Ankurbeln des Motors freigegeben wird, und dass die Probleme im Bezug auf die Verschlechterung des Startvermögens, die Verschlechterung der Motorsteuerbarkeit und Geräusche vermieden werden, die ansonsten durch das nicht sorgfältige Freigeben bewirkt werden würden, da das Hydraulikdrucksteuerventil 29 so gesteuert wird, dass der Hydraulikdruck zu der Freigabekammer 60 und der Freigabenut 63 beim Ankurbeln des Motors nicht geliefert wird.

Des weiteren ist es möglich, zu vermeiden, dass der Einrastzapfen 58 freigegeben wird, bevor die Nockenwellenphase gesteuert werden kann, da der Einrastzapfen 58 nach dem Ablaufen der Zeitspanne T freigegeben wird, indem die Steuerung des Aufbringens von keinem Freigabehydraulik-

druck zu der Freigabekammer 60 und der Freigabenut 63 fortgesetzt wird, bis die Zeitspanne T, die zum Liefern des ausreichenden Hydraulikdruckes zum Steuern der Nockenwellenphase nach der Vollendung des Ankurbelns erforderlich ist, indem berücksichtigt wird, dass eine bestimmte Zeitspanne erforderlich ist, um zu ermöglichen, dass der ausreichende Hydraulikdruck zum Steuern der Nockenwellenphase selbst nach dem Vollenden des Ankurbelns geliefert wird.

Darüber hinaus ist es nicht erforderlich, dass ein Sensor zum erneuten Erfassen der Öltemperatur vorgesehen wird, und die Kosten können verringert werden, da die Zeitspanne T entsprechend der Kühlmitteltemperatur eingestellt wird, die eine Ersatzinformation der Öltemperatur ist, indem berücksichtigt wird, dass die zum Ermöglichen eines Liefern des ausreichenden hydraulischen Druckes erforderliche Zeitspanne T sich entsprechend der Öltemperatur (der Viskosität des Öles) jedes Mal ändert.

Des weiteren steht die Freigabekammer 60 mit der Nacheilkammer 43 in Verbindung, um den hydraulischen Druck von der Nacheilkammer 43 zu der Freigabekammer 60 und der Freigabenut 63 zu liefern, wobei das Hydraulikdrucksteuerventil 29 so gesteuert wird, dass der Hydraulikdruck lediglich zu der Voreilkammer 42 beim Ankurbeln des Motors geliefert wird, und das Hydraulikdrucksteuerventil 29 so gesteuert wird, dass der Hydraulikdruck zu sowohl der Voreilkammer 42 als auch der Nacheilkammer 43 nach dem Vollenden des Ankurbelns zum Freigeben des Einrastzapfens 58 geliefert wird, so dass der Aufbau der Kanäle zum Liefern des hydraulischen Druckes zu der Freigabekammer 60 vereinfacht werden kann und die Steuerung zum Freigeben des Blockierens oder Einrastens ausgeführt werden kann, indem das Hydraulikdrucksteuerventil 29 zum Steuern des hydraulischen Druckes der Voreilkammer 42 und der Nacheilkammer 43 unverändert verwendet wird. Somit kann der Aufbau des Steuersystems vereinfacht werden und seine Kosten können insgesamt gesenkt werden.

Des weiteren kann, da der Steuerstrom des Solenoid 53 des Hydraulikdrucksteuerventils 29 auf den Haltestrom Ih gesteuert wird, der in Erfahrung gebracht wird, während der Motor das letzte Mal betrieben worden ist, um die Nockenwellenphase freizugeben, während der hydraulische Druck zu sowohl der Voreilkammer 42 als auch der Nacheilkammer 43 geliefert wird, die Nockenwellenphase um die Zwischenblockierphase herum von dem Augenblick an gehalten werden, bei dem das Blockieren freigegeben wird. Es ist ebenfalls möglich, zu verhindern, dass sich die Nockenwellenphase unmittelbar nach dem Freigeben plötzlich ändert, so dass das Freigeben ohne ein Beeinträchtigen der Stabilität der Motorbetriebsbedingung freigegeben wird und die Ventilzeit (die Nockenwellenphase) auf den Zielwert unmittelbar nach dem Freigeben gesteuert wird.

Es sollte beachtet werden, dass es möglich ist, den Steuerstrom des Hydraulikdrucksteuerventils 29 beim Freigeben des Einrastzapfens 58 um den berechneten Haltestrom Ih herum einzustellen, indem eine Haltestromberechnungseinrichtung zum Berechnen des Haltestroms Ih auf der Grundlage einer Temperaturinformation wie beispielsweise der Öltemperatur, der Kühlmitteltemperatur oder einer Motortemperatur anstelle der Funktion des Erkennens des Haltestroms Ih (der Haltestromerkennungsabschnitt 69) vorgesehen wird. Das heißt, da der Haltestrom Ih sich entsprechend der Viskosität (Fließvermögen) des Öles sich ändert und die Viskosität des Öles sich entsprechend der Öltemperatur ändert, kann der Haltestrom Ih auf der Grundlage der Öltemperatur oder der Kühlmitteltemperatur bzw. der Motortemperatur berechnet werden, die eine Ersatzinformation im Bezug auf die Öltemperatur bilden. Somit kann annähernd die

gleiche Wirkung des Erkennens des Haltestroms Ih ebenfalls durch ein Berechnen des Haltestroms Ih erhalten werden.

Nachstehend ist ein zweites Ausführungsbeispiel der Erfindung unter Bezugnahme auf die Fig. 13 bis 15 beschrieben. Wie dies in den Fig. 13 und 14 gezeigt ist, ist ein Verbindungsloch 70 für eine Verbindung der Freigabenut 63 mit der Nacheilkammer 43 über den Flügel 41 ausgebildet, um den hydraulischen Druck zu der Freigabekammer 60 innerhalb des Einrastloches 59 von der Voreilkammer 42 über die Freigabenut 63 zu liefern. Ein (nicht gezeigter) Hydraulikdrucksensor für ein Erfassen des hydraulischen Druckes ist ebenfalls an der Auslassseite der Ölpumpe 28 vorgesehen. Es sollte beachtet werden, dass der hydraulische Druck von dem Parameter der Motorbetriebsbedingung wie beispielsweise der abgelaufenen Zeit vom Start des Ankurbelns an, der Kühlmitteltemperatur (oder Öltemperatur) und der Motordrehzahl beispielsweise abgeschätzt werden kann, ohne dass ein Hydraulikdrucksensor vorgesehen ist. Der restliche Aufbau ist der gleiche wie bei dem ersten Ausführungsbeispiel.

Ein in Fig. 15 gezeigtes und bei dem zweiten Ausführungsbeispiel ausgeführtes Freigabesteuerprogramm unterscheidet sich von demjenigen des in Fig. 11 gezeigten ersten Ausführungsbeispiels dahingehend, dass Schritt 102 in Fig. 11 in einem Prozess bei Schritt 102a verändert ist und die Schritte 103 und 104 in einen Prozess bei Schritt 104a verändert sind. Die Prozesse der restliche Schritte sind die gleichen wie bei Fig. 11.

Wenn bei Schritt 101 bei diesem Programm bestimmt worden ist, dass der Einrastzapfen 58 eingerastet ist, geht der Prozess zu Schritt 102a weiter, um den Steuerstrom I des Solenoid 53 des Hydraulikdrucksteuerventils 29 so zu steuern, dass der hydraulische Druck lediglich zu der Nacheilkammer 43 geliefert wird. Da kein hydraulischer Druck zu der Voreilkammer 42 zu diesem Zeitpunkt geliefert wird, wird kein hydraulischer Druck auf die Freigabekammer 60 und die Freigabenut 63 aufgebracht.

Anschließend geht der Prozess zu Schritt 104a weiter, um zu bestimmen, ob der von der Ölpumpe 28 abgegebene hydraulische Druck größer als ein vorbestimmter Druck P ist oder nicht. Hierbei wird der vorbestimmte Druck P auf einen hydraulischen Druck eingestellt, der zum Steuern der Nockenwellenphase ausreichend ist. Wenn der von der Ölpumpe 28 abgegebene hydraulische Druck geringer als der vorbestimmte Druck P ist, wird bestimmt, dass der ausreichende hydraulische Druck zum Steuern der Nockenwellenphase nicht geliefert werden kann, und der Prozess wartet bei Schritt 104a. Dann wird bestimmt, dass der ausreichende hydraulische Druck zum Steuern der Nockenwellenphase zu dem Zeitpunkt geliefert werden kann, bei dem der von der Ölpumpe 28 abgegebene hydraulische Druck bis über den vorbestimmten Druck P ansteigt. Dann wird der Steuerstrom I des Solenoid 53 des Hydraulikdrucksteuerventils 29 auf den Haltestrom Ih eingestellt, um den hydraulischen Druck zu sowohl der Voreilkammer 42 als auch der Nacheilkammer 43 zu liefern, und der hydraulische Druck wird von der Voreilkammer 42 zu der Freigabekammer 60 und der Freigabenut 63 geliefert, um den Einrastzapfen 58 bei Schritt 105 freizugeben.

Da die Steuerung so gestaltet ist, dass kein hydraulischer Druck zu der Freigabekammer 60 und der Freigabenut 63 beim Ankurbeln des Motors ebenfalls bei dem vorstehend beschriebenen zweiten Ausführungsbeispiel geliefert wird, ist es möglich, zuverlässig zu verhindern, dass die Nockenwellenphase aufgrund von Sorglosigkeit beim Ankurbeln des Motors freigegeben wird, und es ist ebenfalls möglich, die Probleme der Verschlechterung des Startvermögens, der

Verschlechterung der Motorsteuerbarkeit und Geräusche zu vermeiden, die ansonsten durch das sorglose Freigeben des Einrastens bewirkt werden würden.

Da darüber hinaus der hydraulische Druck zu der Freigabekammer 60 und der Freigabenut 63 geliefert wird, nachdem der von der Ölpumpe 28 abgegebene hydraulische Druck bis über den vorbestimmten Druck P ansteigt, kann der Einrastzapfen 58 freigegeben werden und kann das Ventilzeitsteuern gestartet werden, nachdem der hydraulische Druck auf einen Druck angestiegen ist, der zum wirklichen Steuern der Nockenwellenphase ausreichend ist.

Es sollte beachtet werden, dass, obwohl der hydraulische Druck zu der Freigabekammer 60 und der Freigabenut 63 geliefert wird, nachdem der von der Ölpumpe 28 abgegebene hydraulische Druck bis über den vorbestimmten Druck P angestiegen ist, der hydraulische Druck zu der Freigabekammer 60 geliefert werden kann, nachdem die Zeitspanne T seit der Vollendung des Ankurbelns abgelaufen ist.

Nachstehend wird ein drittes Ausführungsbeispiel beschrieben.

Wie dies in Fig. 16 gezeigt ist, ist ein positiver Anschluss einer Batterie 730 mit einem Stromanschluss einer Motorsteuereinheit 21 über einen Schalter 720 eines Hauptrelais 710 verbunden. Wenn ein Einschaltsignal von dem Zündschalter 25 eingegeben wird, liefert die Motorsteuereinheit 21 Strom zu einer Relaisantriebsspule 740 des Hauptrelais 710, um den Schalter 720 des Hauptrelais 710 einzuschalten, um Strom von der Batterie 730 aufzunehmen. Der über das Hauptrelais 710 gelieferte Strom wird zu dem gesamten Steuersystem wie beispielsweise das Hydraulikdrucksteuerventil 29 neben der Motorsteuereinheit 21 geliefert. Das Hauptrelais 710 wird im eingeschalteten Zustand eine vorbestimmte Zeit lang kontinuierlich selbst nach dem Ausschalten des Zündschalters 25 gehalten, um zum Ausführen einer nachstehend beschriebenen Einrastvoreilsteuerung während dieser Zeitspanne in der Lage zu sein.

Die Ventilzeiteinheit ist annähernd in der gleichen Art und Weise wie bei dem ersten Ausführungsbeispiel aufgebaut, wie dies in den Fig. 17 bis 20 gezeigt ist.

Gemäß dem dritten Ausführungsbeispiel ist der Zwischenraum zwischen dem zylindrischen Element 61 und dem Einrastzapfen 58 in eine Einrasthydraulikkammer 72 und eine Freigabehaltehydraulikkammer 73 durch ein Hauptrelais 71 geteilt, das an dem Umfangsabschnitt der Mitte des Einrastzapfens 58 ausgebildet ist, wie dies in den Fig. 21 und 22 gezeigt ist. Außerdem sind eine Einrastölbahn 74 und eine Freigabehalteölbahn 75, die mit der Voreilkammer 42 in Verbindung stehen, über den Flügel 41 ausgebildet, um einen hydraulischen Druck von der Voreilkammer 43 zu der Einrasthydraulikkammer 72 und der Freigabehaltehydraulikkammer 73 zu liefern. Eine Freigabeölbahn 76, die die Freigabekammer 60 mit der Nacheilkammer 43 verbindet, ist durch das Gehäuse 31 ausgebildet.

Der Einrastzapfen 58 wird in der Einrastposition durch die Feder 62 gehalten, während der Motor angehalten ist, wie dies in Fig. 21 gezeigt ist. Der Motor wird in dem Zustand angekurbelt, bei dem der Einrastzapfen 58 in der Einrastposition gehalten ist, und der hydraulische Druck wird lediglich zu der Voreilkammer 42 zunächst geliefert. Wenn der Einrastzapfen 58 eingerastet ist, verstopft das Hauptrelais 710 des Einrastzapfens 58 die Freigabehalteölbahn 75, und die Einrastölbahn 74 steht mit der Einrasthydraulikkammer 72 in Verbindung. Daher wird der hydraulische Druck von der Voreilkammer 42 zu der Einrasthydraulikkammer 72 geliefert. Außerdem wird der Einrastzapfen 58 gehalten, während er in dem Einrastloch 59 sitzt, und die Nockenwellenphase wird bei der Zwischenblockierphase durch den hydraulischen Druck und die Feder 62 gehalten.

Wenn der hydraulische Druck zu sowohl der Voreilkammer als auch der Nacheilkammer 42 und 43 nach dem Vollenden des Ankurbelns des Motors geliefert wird, wird der Einrastzapfen 58 durch seinen hydraulischen Druck wie folgt freigegeben. Das heißt, wenn die Kraft in der Freigaberichtung, die durch den hydraulischen Druck erzeugt wird, der zu der Freigabekammer 60 von der Nacheilkammer 43 über die Freigabeölbahn 76 geliefert wird, größer als die Kraft in der Einrastrichtung wird, die durch den hydraulischen Druck der Einrasthydraulikkammer 72 und der Feder 62 erzeugt wird, wird der Einrastzapfen 58 aus dem Einrastloch 59 herausgedrückt und bewegt sich zu der Freigabeposition in Fig. 18, womit der Einrastzapfen 58 freigegeben ist.

In diesem freigegebenen Zustand schließt das Hauptrelais 710 des Einrastzapfens 58 die Einrastölbahn 74, und die Freigabehalteölbahn 75 steht mit der Freigabehaltehydraulikkammer 73 in Verbindung. Dadurch wird der hydraulische Druck von der Voreilkammer 42 zu der Freigabehaltehydraulikkammer 73 geliefert und der Einrastzapfen 58 wird in der Freigabeposition entgegen der Feder 62 durch den hydraulischen Druck der Freigabehaltehydraulikkammer 73 (durch den hydraulischen Druck der Voreilkammer 42) und den hydraulischen Druck der Freigabekammer 60 (der hydraulische Druck der Nacheilkammer 43) gehalten.

Da der hydraulische Druck von sowohl der Voreilkammer 42 als auch der Nacheilkammer 43 während des Betriebs des Motors hoch ist, wird der Einrastzapfen 58 in der Freigabeposition durch diesen hydraulischen Druck gehalten, und das Gehäuse 31 und der Rotor 35 werden in dem Zustand gehalten, bei dem sie relativ drehen können, d. h. in einem Zustand, bei dem die Ventilzeitsteuerung ausgeführt werden kann.

Wenn der hydraulische Druck der Voreilkammer 42 und der Nacheilkammer 43 aufgrund des Abfallens der Motordrehzahl (aufgrund des Abfallens des Abgabedruckes der Ölpumpe 28) beim Anhalten des Motors 11 abfällt, fällt der hydraulische Druck der Freigabehaltehydraulikkammer 73 (der hydraulische Druck der Voreilkammer 42) und der hydraulische Druck der Freigabekammer 60 (der hydraulische Druck der Nacheilkammer 43) ab. Dann gelangt, wenn die Kraft der Feder 42 jene hydraulischen Drücke überschreitet, der Einrastzapfen 58 durch die Kraft der Feder 62 nach vorn und sitzt in dem Einrastloch 59. Gemäß dem dritten Ausführungsbeispiel führt die Motorsteuereinheit 21 das Freigabesteuerprogramm in Fig. 11 in ähnlicher Weise wie bei dem ersten Ausführungsbeispiel aus, um den hydraulischen Druck lediglich zu der Voreilkammer 42 zu liefern, so dass kein hydraulischer Druck auf die Freigabekammer 60 (die Nacheilkammer 43) aufgebracht wird, um ein Freigeben des Einrastzapfens 58 beim Ankurbeln des Motors zu verhindern. Dann wird, wenn die vorbestimmten Freigabeausführbedingungen nach dem Vollenden des Ankurbelns erfüllt sind, das Hydraulikdrucksteuerventil 29 so gesteuert, dass der hydraulische Druck sowohl auf die Voreilkammer 42 als auch auf die Nacheilkammer 43 aufgebracht wird, um den Freigabehydraulikdruck auf die Freigabekammer 60 zum Freigeben des Einrastzapfens 58 aufzubringen. Hierbei umfassen die Freigabeausführbedingungen derartige Bedingungen, wie beispielsweise, dass die Zeitspanne seit dem Ankurbeln abgelaufen ist oder dass der von der Ölpumpe 28 abgegebene hydraulische Druck auf einen vorbestimmten Wert angestiegen ist, etc.

Gemäß dem dritten Ausführungsbeispiel wird der hydraulische Druck der Nacheilkammer 43 in der Einrastrichtung des Einrastzapfens 58 dann wirksam, wenn der Einrastzapfen 58 sich in der Einrastposition befindet, und der hydraulische Druck der Nacheilkammer 43 wirkt in der Freigaberichtung, wenn der Einrastzapfen 58 sich in der Freigab-

eposition befindet, so dass die Freigabeverhinderungswirkung beim Ankurbeln des Motors weiter verbessert werden kann und der Einrastzapfen 58 stabil in der Freigabe position nach dem Vollenden des Ankurbelns gehalten werden kann.

Es sollte beachtet werden, dass ein Aufbau möglich ist, bei dem die Freigabekammer 60 mit der Voreilkammer 42 in Verbindung steht und die. Einrasthydraulikkammer 72 und die Freigabehaltehydraulikkammer 73 mit der Nacheilkammer 43 in Verbindung stehen, wobei dies in der entgegengesetzten Weise gegenüber dem dritten Ausführungsbeispiel geschieht. In diesem Fall wird der hydraulische Druck lediglich zu der Nacheilkammer 43 beim Ankurbeln des Motors geliefert und das Hydraulikdrucksteuerventil 29 wird so gesteuert, dass der hydraulische Druck auf sowohl die Voreilkammer 42 als auch die Nacheilkammer 43 nach dem Vollenden des Ankurbelns aufgebracht wird.

Gemäß dem dritten Ausführungsbeispiel führt die Motorsteuereinheit 21 ebenfalls ein Anormalitätsüberprüfungsprogramm, das in Fig. 23 gezeigt ist, und ein in Fig. 24 gezeigtes Freigabesteuerprogramm aus. Die Prozesse dieser Programme sind nachstehend erläutert.

Das in Fig. 23 gezeigte Anormalitätsüberprüfungsprogramm wird in einer vorbestimmten Zeitspanne wiederholt ausgeführt und wirkt als eine Anormalitätsüberprüfungseinrichtung zum Überprüfen, ob eine Anormalität bei dem Ventilzeitsteuersystem vorhanden ist oder nicht. Es wird zunächst bei Schritt 201 geprüft, ob die Ventilzeitsteuerung ausgeführt wird oder nicht. Wenn die Ventilzeitsteuerung nicht ausgeführt wird (wenn der Einrastzapfen 58 eingearstet ist), endet das Programm ohne ein Ausführen des Anormalitätsüberprüfungsprozesses.

Wenn andererseits die Ventilzeitsteuerung ausgeführt wird, geht der Prozess zu Schritt 202 weiter, um die Abweichung der Ventilzeit zwischen der Zielventilzeit VTT und der tatsächlichen Ventilzeit VT durch den nachstehend aufgeführten Ausdruck zu berechnen:

$$\Delta VT = VTT - VT$$

Danach wird die Abweichung ΔVT der Ventilzeit mit einem Anormalitätsüberprüfungswert α bei Schritt 203 verglichen. Eine Anormalität kann dann auftreten, wenn die Abweichung ΔVT der Ventilzeit größer als der Anormalitätsüberprüfungswert α ist, so dass ein Zeitzählglied zum Zählen einer fortlaufenden Zeit C1 des Anormalitätszustandes zählt. Wenn die Abweichung ΔVT der Ventilzeit unterhalb des Anormalitätsüberprüfungswertes α liegt, wird bestimmt, dass der Betrieb normal ist, und der Wert des Zeitzählgliedes C1 wird gelöscht.

Danach wird überprüft, ob die fortlaufende Zeit C1 des Anormalitätszustandes, die durch das Zeitzählglied gezählt wird, eine Zeitspanne β überschritten hat oder nicht. Wenn die fortlaufende Zeit C1 des Anormalitätszustandes die Zeitspanne β überschritten hat, wird bei Schritt 208 bestimmt, dass das Ventilzeitsteuersystem eine Anormalität aufweist. Wenn die fortlaufende Zeit des anormalen Zustandes die Zeitspanne β oder geringer ist, wird bei Schritt 207 eine Normalität bestimmt.

Zusammenfassend gesagt wird eine Anormalität bestimmt, wenn der Zustand, bei dem die Abweichung ΔVT der Ventilzeit größer als der Anormalitätsüberprüfungswert α ist, eine Zeitspanne β lang oder länger anhält, und es wird andernfalls eine Normalität bestimmt. Es sollte beachtet werden, dass das Anormalitätsüberprüfungsverfahren nicht auf das vorstehend beschriebene Verfahren beschränkt ist. Das heißt, es ist möglich den Anormalitätsüberprüfungswert α auf einen mehr oder weniger hohen Wert einzustellen und eine Anormalität unmittelbar dann zu bestimmen, wenn die

Abweichung ΔVT der Ventilzeit den Anormalitätsüberprüfungswert α überschreitet.

Da hierbei der hydraulische Druck sowohl der Voreilkammer 42 als auch der Nacheilkammer 43 in der Freigaberichtung während der Ventilzeitsteuerung wirkt, gibt es einen Fall, bei dem der Einrastzapfen 58 freigegeben wird, wenn der hydraulische Druck von entweder der Voreilkammer 42 oder der Nacheilkammer 43 zunächst hoch wird, selbst wenn der hydraulische Druck in der jeweils anderen Kammer gering ist, wobei dies aufgrund der Zunahme des hydraulischen Druckes geschieht, die durch die Zunahme der Motordrehzahl (Drehzahl der Ölpumpe 28) nach dem Ankurbeln des Motors bewirkt wird. Die Nockenwellenphase ändert sich plötzlich zu der Seite, bei dem der hydraulische Druck im Augenblick des Freigebens gering ist, und die tatsächliche Ventilzeit VT weicht außerordentlich von der Zielventilzeit VTT ab, da der hydraulische Druck der anderen Kammer gering ist, selbst wenn das Einrasten in diesem Zustand freigegeben wird. In einem derartigen Fall gibt es die Möglichkeit, dass die vorübergehende Zunahme der Abweichung ΔVT der tatsächlichen Ventilzeit VT direkt nach dem vorstehend beschriebenen Freigeben fehlerhaft als anormal bestimmt wird, da sie eine gewisse Zeitspanne lang andauert, bis der hydraulische Druck von sowohl der Voreilkammer 42 als auch der Nacheilkammer 43 vollständig nach dem Freigeben angestiegen ist, wobei die Ventilzeitsteuerung normal ausgeführt werden kann.

Dann lockert die Motorsteuereinheit 21 die Anormalitätsüberprüfungsbedingung oder setzt sie niedriger an, wenn der Einrastzapfen 58 freigegeben wird, indem das Freigabesteuerprogramm in Fig. 24 ausgeführt wird, um zu verhindern, dass die vorübergehende Zunahme des ΔVT der tatsächlichen Ventilzeit VT direkt nach dem Freigeben fehlerhaft als anormal bestimmt wird.

Das Freigabesteuerprogramm von Fig. 24, das in der vorstehend beschriebenen Weise steuert, wird bei einer vorbestimmten Zeitspanne wiederholt ausgeführt. Wenn dieses Programm aktiviert ist, wird bei Schritt 310 bestimmt, ob eine Freigabeforderung auf der Grundlage eines Signals eines Startschalters und der Motordrehzahl ausgegeben wurde oder nicht. Beispielsweise wird bestimmt, dass die Freigabeforderung ausgegeben wurde, wenn die Motordrehzahl nach dem Ankurbeln des Motors bis über eine vorbestimmte Drehzahl ansteigt. Wenn keine Freigabeforderung vorliegt, endet dieses Programm ohne ein danach erfolgendes Ausführen der Prozesse, wobei bei einer vorhandenen Freigabeforderung der Prozess zu Schritt 312 weitergeht, um eine Freigabeforderungsmarke Relflag einzuschalten. Danach wird die Freigabesteuerung bei Schritt 314 ausgeführt, um den Einrastzapfen 58 freizugeben. Der Einrastzapfen 58 wird freigegeben, indem er aus dem Einrastloch 59 durch den hydraulischen Druck herausgedrückt wird, der gleichmäßig auf sowohl die Voreilkammer 42 als auch die Nacheilkammer 43 aufgebracht wird, indem der Haltestrom zum Halten der Nockenwellenphase bei der Zwischenblockierphase zu dem Solenoid 53 des Hydraulikdrucksteuerventils 29 bei dieser Freigabesteuerung fließt.

Es wird dann bei Schritt 314 überprüft, ob das Freigeben des Einrastzapfens 58 erfasst worden ist oder nicht. Die Freigabesteuerung wird bis zu dem Zeitpunkt wiederholt, bei dem das Freigeben erfasst worden ist. Danach geht der Prozess zu Schritt 315 zu dem Zeitpunkt weiter, bei dem das Freigeben erfasst worden ist, und die Freigabeforderungsmarke Relflag wird ausgeschaltet, was bedeutet, dass keine Freigabeforderung mehr vorliegt. Danach wird bei Schritt 316 das Zeitzählglied zum Zählen der abgelaufenen Zeit C2 nach dem Erfassen des Freigebens gelöscht und der Wert C2 von diesem Zeitzählglied wird gezählt (siehe Schritt 207),

um die verstrichene Zeit C2 nach dem Erfassen des Freigebens zu messen.

Danach wird bei Schritt 318 überprüft, ob die verstrichene Zeit C2 nach dem Erfassen des Freigebens eine Zeitspanne γ überschritten hat oder nicht. Hierbei ist die Zeitspanne γ als eine Zeitspanne zum Verringern der Anormalitätsüberprüfungsbedingung beim Freigeben des Einrastens eingestellt. Obwohl die Zeitspanne γ ein zuvor eingestellter fixer Wert sein kann, kann sie durch eine Tabelle oder einen numerischen Ausdruck unter Verwendung der Information wie beispielsweise der Öltemperatur, der Kühlmitteltemperatur und der Motortemperatur als ein Parameter eingestellt sein. Dadurch kann die Zeitspanne zum Wiederherstellen der Anormalitätsüberprüfungsbedingung auf den normalen Wert entsprechend den Veränderungen der Zeitspanne geeignet eingestellt werden, bis die Steuerung der Nockenwellenphase in Abhängigkeit von der Öltemperatur (der Viskosität des Öles) stabilisiert ist.

Um zu vermeiden, dass die vorübergehende Zunahme der Abweichung ΔVT der tatsächlichen Ventilzeit VT direkt nach dem Freigeben fehlerhaft als anormal bestimmt wird, bis zu dem Zeitpunkt, bei dem die verstrichene Zeit C2 nach dem Erfassen des Freigebens die Zeitspanne γ überschreitet, werden der Anormalitätsüberprüfungswert α und/oder die Zeitspanne β bei der bei dem Anormalitätsüberprüfungsprogramm von Fig. 23 verwendeten Anormalitätsüberprüfungsbedingung bei Schritt 319 niedriger angesetzt oder gelockert. Beispielsweise wird der Anormalitätsüberprüfungswert α erhöht oder die Zeitspanne β wird verlängert.

Der Prozess geht zu Schritt 320 zu dem Zeitpunkt weiter, bei dem die verstrichene Zeit C2 nach dem Erfassen der Freigabe die Zeitspanne γ überschreitet, um die Anormalitätsüberprüfungsbedingung zu dem Normalwert zurückkehren zu lassen. Es sollte beachtet werden, dass die Prozesse bei Schritt 314 bis 320 als eine Anormalitätsüberprüfungsbedingungslockerungseinrichtung wirken.

Eine beispielartige Steuerung, die dann ausgeführt wird, wenn das vorstehend beschriebene Freigabesteuerprogramm von Fig. 24 ausgeführt wird, ist nachstehend unter Bezugnahme auf ein Zeitablaufdiagramm von Fig. 25 erläutert. Wenn bestimmt worden ist, dass die Motordrehzahl bis über eine vorbestimmte Drehzahl nach dem Ankurbeln des Motors auf der Grundlage des Signals von dem Startschalter und der Motordrehzahl angestiegen ist, wird die Freigabeforderungsmarke Relflag eingeschaltet. Dadurch wird die Freigabesteuerung gestartet und der Einrastzapfen 58 wird freigegeben, indem der Einrastzapfen 58 aus dem Einrastloch 59 durch den hydraulischen Druck herausgedrückt wird, der gleichmäßig auf sowohl die Voreilkammer 42 als auch die Nacheilkammer 43 aufgebracht wird, indem der Haltestrom zum Halten der Nockenwellenphase bei der Zwischenblockierphase zu dem Solenoid 53 des Hydraulikdrucksteuerventils 29 fließt.

Dann wird die verstrichene Zeit C2 nach dem Erfassen des Freigebens durch das Zeitzählglied zu dem Zeitpunkt gezählt, bei dem das Freigeben erfasst worden ist, und die Anormalitätsüberprüfungsbedingung wird bis zu dem Zeitpunkt gelockert, bei dem die verstrichene Zeit C2 nach dem Erfassen des Freigebens die Zeitspanne γ überschreitet. Danach kehrt die Anormalitätsüberprüfungsbedingung zu dem Normalwert zu dem Zeitpunkt zurück, bei dem die verstrichene Zeit C2 nach dem Erfassen des Freigebens die Zeitspanne γ überschritten hat.

Es ist möglich, zu verhindern, dass die vorübergehende Zunahme der Abweichung ΔVT der tatsächlichen Ventilzeit VT direkt nach dem Freigeben als anormal bestimmt wird, indem die Anormalitätsüberprüfungsbedingung bis zu dem Zeitpunkt verringert wird, bei dem die verstrichene Zeit C2

nach dem Erfassen des Freigebens die Zeitspanne γ überschreitet. Da darüber hinaus der Anormalitätsüberprüfungsprozess unter der gelockerten Anormalitätsüberprüfungsbedingung selbst direkt nach dem Freigeben fortgesetzt werden kann, ist es möglich, eine Anormalität schnell zu erfassen, wenn sie tatsächlich aufgetreten ist. Das heißt, es ist möglich, die beiden Funktionen eines schnellen Erfassens der Anormalität und eines Verhinderns einer fehlerhaften Erfassung zu erzielen.

Da die Motordrehzahl (die Drehzahl der Ölpumpe 28) und der hydraulische Druck beim Anhalten des Motors 11 abfällt, ändert sich die Nockenwellenphase natürlicherweise zu der Nacheilseite durch das Lastmoment der einlassseitigen Nockenwelle 16. Dann ist es erforderlich, die Nockenwellenphase an der Zwischenblockierphase zu blockieren, indem der Einrastzapfen 58 in das Einrastloch 59 bei dem in Fig. 21 gezeigten Prozess eingepasst wird und darin sitzt. Wenn jedoch die Nockenwellenphase sich bereits bei der Nacheilseite durch ein Überschreiten der Zwischenblockierphase beim Anhalten des Motors 11 befindet, reicht der Einrastzapfen 58 nicht bis zu dem Einrastloch 59, und die Nockenwellenphase kann nicht bei der Zwischenblockierphase selbst dann blockiert werden, wenn die Nockenwellenphase sich zu der Nacheilseite aufgrund des Abfallens des hydraulischen Druckes ändert.

Dann steuert die Motorsteuereinheit 21 das Hydraulikdrucksteuerventil 29 derart, dass die Nockenwellenphase voreilt, um sie zu blockieren, wenn die Nockenwellenphase bei der Zwischenblockierphase beim Anhalten des Motors blockiert werden muss, indem beispielsweise ein in Fig. 26 gezeigtes Blockiervoreilsteuerprogramm (Blockiervoreilsteuerung) ausgeführt wird.

Das Blockiervoreilsteuerprogramm von Fig. 26 wird periodisch während des Betriebs der Motorsteuereinheit 21 ausgeführt. Wenn dieses Programm aktiviert wird, wird bestimmt, ob der Motoranhaltebefehl ausgegeben worden ist, indem zunächst bei Schritt 321 überprüft wird, ob der Zündschalter 25 ausgeschaltet ist oder nicht. Der Prozess bei diesem Schritt 321 wirkt als eine Motoranhaltebefehlserfassungseinrichtung. Da das Hauptrelais 71 eine bestimmte Zeitspanne lang selbst nach dem Ausschalten des Zündschalters 25 eingeschaltet gehalten wird, wie dies vorstehend beschrieben ist, kann die nachstehend beschriebene Blockiervoreilsteuerung während dieser Zeitspanne ausgeführt werden.

Wenn bei Schritt 321 bestimmt worden ist, dass der Zündschalter 25 ausgeschaltet ist und der Motoranhaltebefehl ausgegeben worden ist, geht der Prozess zu Schritt 322 weiter, um die Nockenwellenphasenvoreilsteuerung zu starten. Diese Voreilsteuerung wird ausgeführt, indem der zu dem Solenoid 53 des Hydraulikdrucksteuerventils 29 zugeführte Strom unterbrochen wird, um das Ventil in die Position zum Zuführen vom hydraulischen Druck zu der Voreilkammer 42 durch die Feder 54 des Hydraulikdrucksteuerventils 29 zu schalten, um den Hydraulikdruck in der Richtung des Voreilens der Nockenwellenphase zu aktivieren und um den hydraulischen Druck der Nacheilkammer 43 gleichzeitig ablaufen zu lassen. Die Motordrehzahl (die Drehzahl der Ölpumpe 28) und der hydraulische Druck fallen ab, da das Kraftstoffeinspritzen nach dem Motoranhaltebefehl (siehe Fig. 27) angehalten wird, wobei die Voreilsteuerung ausgeführt werden kann, indem der hydraulische Druck durch die Kraft der vorstehend beschriebenen Schraubenfeder in der Voreilrichtung unterstützt wird, wenn die Motordrehzahl eine Drehzahl ist, bei der ein Leerlauf ermöglicht ist.

Nach dem Starten der Voreilsteuerung geht der Prozess zu Schritt 323 weiter, um zu überprüfen, ob die Nockenwellenphase (die tatsächliche Ventilzeit des Einlassventils), die auf

der Grundlage der Ausgabesignale des Kurbelwinkelsensors 20 und des Nockenwinkelsensors 19 berechnet worden ist, gegenüber der Zwischenblockierphase voreilt oder nicht. Wenn die Nockenwellenphase nicht gegenüber der Zwischenblockierphase voreilt, geht der Prozess zu Schritt 324 weiter, um die Nockenwellenphasenvoreilsteuerung fortzusetzen (das Zuführen von Strom zu dem Solenoid 53 zu unterbrechen).

Wenn bei Schritt 323 bestimmt worden ist, dass die Nockenwellenphase gegenüber der Zwischenblockierphase voreilt, geht der Prozess zu Schritt 325 weiter, um das Hydraulikdrucksteuerventil 29 mit Rückkopplung so zu regeln, dass die Nockenwellenphase mit der Zwischenblockierphase übereinstimmt.

Dann geht der Prozess von dem Schritt 324 oder 325 zu Schritt 326 weiter, um zu überprüfen, ob der Motor angehalten worden ist oder nicht (ob die Motordrehzahl null ist). Wenn der Motor 11 noch nicht angehalten worden ist, geht der Prozess zu dem vorstehend beschriebenen Schritt 323 zurück, um die Nockenwellenphasenvoreilsteuerung oder die Rückkopplungssteuerung im Bezug auf die Zwischenblockierphase bei den Schritten 323 und 325 zu wiederholen. Wenn die Kraft der Feder 62 des Einrastzapfens 58 den hydraulischen Druck überschreitet, wenn der hydraulische Druck aufgrund des Abfallens der Motordrehzahl abfällt, während die Nockenwellenphase um die Zwischenblockierphase herum gesteuert wird, gelangt der Einrastzapfen 58 nach vorn und wird in das Einrastloch 59 eingesetzt, womit die Nockenwellenphase bei der Zwischenblockierphase blockiert ist. Danach endet dieses Programm, wenn bei Schritt 326 bestimmt worden ist, dass der Motor angehalten worden ist.

Wenn bei Schritt 321 bestimmt worden ist, dass der Zündschalter 25 eingeschaltet ist, geht außerdem der Prozess zu Schritt 327 weiter, um zu überprüfen, ob die Sensoren (der Kurbelwinkelsensor 20, der Nockenwinkelsensor 19 und andere Sensoren), die für die Ventilzeitsteuerung verwendet werden, eine Anormalität aufweisen oder nicht. Dieser Schritt 327 wirkt als eine Anormalitätsüberprüfungseinrichtung. Wenn bestimmt worden ist, dass die Sensoren keine Anormalität aufweisen, geht der Prozess zu Schritt 328 weiter, um zu überprüfen, ob ein Abwürgen des Motors auftreten kann oder nicht, das heißt ob das Fahrzeug sich in einem Fahrzustand, bei dem ein Abwürgen eines Motors auftreten kann, befindet oder nicht. Die Möglichkeit des Motorabwürgens wird durch das Ausmaß der Schwankung der Drehzahl des Motors bei einem geringen Drehzahlbereich beispielsweise bestimmt. Der Prozess bei Schritt 328 wirkt als eine Motorabwürgmöglichkeitenbestimmungseinrichtung. Wenn bei Schritt 328 bestimmt worden ist, dass der Motor zu einem Abwürgen neigt, geht der Prozess zu Schritt 329 weiter, um zu bestimmen, ob die Motordrehzahl geringer als eine vorbestimmte Drehzahl S ist oder nicht. Hierbei ist die vorbestimmte Drehzahl S auf eine Drehzahl eingestellt, die geringfügig höher als eine Drehzahl ist, die ein Sicherstellen des zum Voreilen der Nockenwellenphase gegenüber der Zwischenblockierphase erforderlichen hydraulischen Druckes verhindert.

Wenn bei Schritt 328 bestimmt worden ist, dass der Motor zu einem Abwürgen neigt, oder wenn bei Schritt 329 bestimmt worden ist, dass die Motordrehzahl geringer als die vorbestimmte Drehzahl S ist, geht der Prozess zu Schritt 322 weiter, um die Nockenwellenphasenvoreilsteuerung zu starten (die Stromzufuhr zu dem Solenoid 53 wird angehalten). Dann wird die Nockenwellenphasenvoreilsteuerung oder die Rückkopplungssteuerung in Bezug auf die Zwischenblockierphase bis zu dem Zeitpunkt wiederholt, bei dem der Motor 11 anhält (Schritte 323 bis 326). Dadurch wird die

Nockenwellenphase bei der Zwischenblockierphase durch den Einrastzapfen 58 blockiert, wenn die Kraft der Feder 62 des Einrastzapfens 58 den hydraulischen Druck überschreitet, während die Nockenwellenphase um die Zwischenblockierphase herum gesteuert wird.

Wenn bei den beiden vorstehend beschriebenen Schritten 328 und 329 ein "NEIN" bestimmt worden ist, wird der Motorbetriebszustand als normal bestimmt, und der Prozess geht zu Schritt 330 weiter, um die Normalventilzeitsteuerung für ein Steuern der Nockenwellenphase (der tatsächlichen Ventilzeit) auf die Zielphase (Zielventilzeit) auszuführen.

Wenn andererseits bei Schritt 327 bestimmt worden ist, dass der Sensor anormal ist, kann die Nockenwellenphase nicht genau auf die Zielphase gesteuert werden, so dass der Prozess zu Schritt 111 weitergeht, um die Nockenwellenphasenvoreilsteuerung auszuführen (die Stromzufuhr zu dem Solenoid 53 wird angehalten). Wenn der Sensor eine Anormalität aufweist, wird die Nockenwellenphasenvoreilsteuerung bis zu dem Zeitpunkt ausgeführt, bei dem der Motor 11 anhält, und die Nockenwellenphasen wird eher bei der Voreilseite als bei der Zwischenblockierphase positioniert.

Ein beispielartiges Ausführen der vorstehend beschriebenen Blockiervoreilsteuerung ist nachstehend unter Bezugnahme auf ein Zeitablaufdiagramm von Fig. 27 erläutert. Fig. 27 zeigt ein Beispiel, das bei einem System angewendet wird, bei dem die Nockenwellenphase eher zu der Nacheilseite als zu der Zwischenblockierphase beim Ausschalten des Zündschalters 25 gesteuert wird (während des Leerlaufvorgangs).

Da die Kraftstoffeinspritzung angehalten wird, wenn der Zündschalter 25 ausgeschaltet wird, fällt die Motordrehzahl (die Drehzahl der Ölpumpe 28) ab und der Hydraulikdruck fällt ab. Danach wird die Stromzufuhr zu dem Solenoid 53 des Hydraulikdrucksteuerventils 29 angehalten, wenn der Zündschalter 25 ausgeschaltet ist, und das Ventil wird zu der Position zum Zuführen von hydraulischem Druck zu der Voreilkammer 42 durch die Feder 54 des Hydraulikdrucksteuerventils 29 geschaltet. Dadurch wird die Nockenwellenphasenvoreilsteuerung gestartet und die Nockenwellenphase ändert sich in die Voreilrichtung.

Danach kehrt, wenn die Nockenwellenphase durch ein Passieren der Zwischenblockierphase voreilt, die Nockenwellenphase zu der Zwischenblockierphase zurück, indem der Steuerstrom des Solenoids 53 bei einer Rückkopplung gesteuert wird. Wenn die Kraft der Feder 62 des Einrastzapfens 58 den hydraulischen Druck überschreitet, während die Nockenwellenphase um die Zwischenblockierphase durch die Voreilsteuerung oder die Rückkopplungssteuerung bei der Zwischenblockierphase gesteuert wird, wird der Einrastzapfen 58 in das Einrastloch 59 gesetzt und die Nockenwellenphase wird bei der Zwischenblockierphase blockiert. Der Motor 11 hält danach an.

Wie dies aus der vorstehend dargelegten Beschreibung ersichtlich ist, eilt die Nockenwellenphase gegenüber der Zwischenblockierphase durch die Blockiervoreilsteuerung vor, wenn der Zündschalter 25 ausgeschaltet wird, so dass die Nockenwellenphase zuverlässig bei der Zwischenblockierphase durch die Blockiervoreilsteuerung selbst dann blockiert werden kann, wenn die Nockenwellenphase sich eher bei der Nacheilseite als bei der Zwischenblockierphase befindet, wenn der Zündschalter 25 ausgeschaltet wird. Dadurch ist es möglich, das Startvermögen für das nächste Motorstarten zu verbessern und das Geräusch zu verhindern, das ansonsten durch die Schwingung des Flügels beim Ankurbeln des Motors bewirkt werden würde.

Da darüber hinaus die Rückkopplungssteuerung auf die Zwischenblockierphase dann ausgeführt wird, wenn die

Nockenwellenphase sich eher bei der Voreilseite als bei der Zwischenblockierphase befindet oder die Nockenwellenphase durch die Blockiervoreilsteuerung durch ein Passieren durch die Zwischenblockierphase voreilt, kann die Nockenwellenphase bei der Zwischenblockierphase schnell und zuverlässig durch die Rückkopplungssteuerung blockiert werden.

Jedoch ist ein Einrichten möglich, bei dem die Rückkopplungssteuerung zu der Zwischenblockierphase nicht ausgeführt wird. Die Nockenwellenphase kann bei der Zwischenblockierphase zuverlässig auch in dem Fall blockiert werden, bei dem die Nockenwellenphase gegenüber der Zwischenblockierphase durch die Blockiervoreilsteuerung voreilt, da die Nockenwellenphase stets die Zwischenblockierphase während des Prozesses zum Ändern zu der Nacheilseite aufgrund des Abfallens des hydraulischen Druckes erreicht, was durch den Abfall der Motordrehzahl (der Drehzahl der Pumpe) bewirkt wird.

Da des weiteren die Blockiervoreilsteuerung ebenfalls bei dem Betriebszustand ausgeführt wird, bei dem das Motorabwürgen wahrscheinlich auftritt, kann die Nockenwellenphase bei der Zwischenblockierphase zuverlässig selbst dann blockiert werden, wenn ein Abwürgen des Motors auftritt, und das Motorstartvermögen kann für das nächste Mal verbessert werden.

Da der hydraulische Druck beim Abfallen der Motordrehzahl (der Drehzahl der Ölpumpe) abfällt, ist es möglich, dass der zum Voreilen der Nockenwellenphase gegenüber der Zwischenblockierphase erforderliche hydraulische Druck nicht sichergestellt wird, wenn die Motordrehzahl zu gering ist. Da jedoch die Blockiervoreilsteuerung gestartet wird, wenn die Motordrehzahl bis unterhalb der vorbestimmten Drehzahl S abfällt, das heißt bevor der niedrige Drehbereich erreicht worden ist, bei dem die Motordrehzahl den zum Voreilen der Nockenwellenphase gegenüber der Zwischenblockierphase erforderlichen hydraulischen Druck gemäß dem dritten Ausführungsbeispiel nicht sicherstellen kann, ist es möglich, eine Situation zu vermeiden, bei dem die Nockenwellenphase nicht gegenüber der Zwischenblockierphase aufgrund des Abfallens des hydraulischen Druckes voreilen kann, der durch das Abfallen der Motordrehzahl bewirkt wird.

Da des weiteren die Blockiervoreilsteuerung ausgeführt wird, wenn bestimmt worden ist, dass der Sensor anormal ist, kann die Nockenwellenphase eher zu der Voreilseite als zu der Zwischenblockierphase beim Anhalten des Motors 11 selbst dann positioniert werden, wenn die Nockenwellenphase nicht auf die Zielphase aufgrund der Anormalität des Sensors gesteuert werden kann. Daher erreicht die Nockenwellenphase stets die Zwischenblockierphase bei dem Prozess des Ändern zu der Nacheilseite aufgrund des Abfallens des hydraulischen Druckes, der durch das Abfallen der Motordrehzahl (der Drehzahl der Pumpe) bewirkt wird, wenn der Motor angehalten wird, selbst wenn der Sensor anormal ist, und die Nockenwellenphase kann zuverlässig bei der Zwischenblockierphase blockiert werden.

Es sollte beachtet werden, dass es möglich ist, die Blockiervoreilsteuerung auszuführen, wenn die Ventilzeitsteuerung als anormal befunden wurde, wenn das gesamte Ventilzeitsteuersystem, das die Sensoren umfasst, dahingehen überwacht wird, ob es anormal ist oder nicht.

Da des weiteren das Hydraulikdrucksteuerventil 29 so eingerichtet ist, dass das Ventil automatisch zu der Position zum Zuführen von hydraulischem Druck zu der Voreilkammer 42 durch die Feder 54 geschaltet wird, in der zu dem Solenoid 53 zugeführte Strom angehalten wird, kann der hydraulische Druck in der Richtung des Voreilens der Nockenwellenphase kontinuierlich aktiviert werden, selbst wenn es

geschieht, dass das Hauptrelais 71 während der Blockiervoreilsteuerung ausschaltet, und die Nockenwellenphase kann gegenüber der Zwischenblockierphase voreilen. Jedoch ist ein derartiges Einrichten möglich, bei dem der hydraulische Druck in der Richtung des Voreilens der Nockenwellenphase wirkt, wenn Strom zu dem Solenoid 53 zugeführt wird.

Hierbei kann die Nockenwellenphase bei der Zwischenblockierphase ohne ein Ausführen der Blockiervoreilsteuerung in dem Zustand blockiert werden, bei dem die Nockenwellenphase zu der Voreilseite gegenüber der Zwischenblockierphase gesteuert wird, wenn der Zündschalter 25 ausgeschaltet wird. Wenn die Blockiervoreilsteuerung außerdem in diesem Fall ausgeführt wird, wird die Zeitspanne zum Blockieren der Nockenwellenphase bei der Zwischenblockierphase verlängert, da die Nockenwellenphase von der Zwischenblockierphase durch die Blockiervoreilsteuerung entfernt wird.

Dann wird ein Prozess, bei dem überprüft wird, ob die Nockenwellenphase eher bei der Nacheilseite als bei der Zwischenblockierphase positioniert ist oder nicht, vor Schritt 322 bei dem Blockiervoreilsteuerprogramm von Fig. 26 hinzugefügt, um die Blockiervoreilsteuerung bei und nach Schritt 322 nur dann auszuführen, wenn bestimmt worden ist, dass die Nockenwellenphase sich eher bei der Nacheilseite als bei der Zwischenblockierphase befindet. Dadurch muss eine nutzlose Blockiervoreilsteuerung nicht ausgeführt werden, wenn die Blockiervoreilsteuerung nicht erforderlich ist, und die Zeitspanne zum Blockieren der Nockenwellenphase bei der Zwischenblockierphase kann verkürzt werden.

Es sollte beachtet werden, dass, obwohl das Hauptrelais 71 im eingeschalteten Zustand eine vorbestimmte Zeitspanne lang selbst nach dem Ausschalten des Zündschalters 25 gehalten wird und das Blockiervoreilsteuerprogramm in Fig. 26 während dieser Zeitspanne ausgeführt werden kann, das Hauptrelais 71 gleichzeitig ausgeschaltet werden, wenn der Zündschalter 25 ausgeschaltet wird, um die Lieferung von Energie bei dem System zu unterbrechen, wenn der Aufbau derart ist, dass das Ventil des Hydraulikdrucksteuerventils zu der Position zum Zuführen des hydraulischen Druckes zu der Voreilkammer 42 durch die Feder 54 gedrängt wird. Da in diesem Fall der zu dem Solenoid 53 des Hydraulikdrucksteuerventils 29 zugeführte Strom gleichzeitig unterbrochen wird, wenn der Zündschalter 25 ausgeschaltet wird, wird das Ventil zu der Position zum Zuführen von hydraulischem Druck zu der Voreilkammer 42 durch die Feder 54 des Hydraulikdrucksteuerventils 29 geschaltet, und der Hydraulikdruck wirkt in der Richtung zum Voreilen der Nockenwellenphase. Dadurch kann die Nockenwellenphase gegenüber der Zwischenblockierphase voreilen und die Nockenwellenphase kann bei der Zwischenblockierphase blockiert werden, selbst wenn die Energiezufuhr ausgeschaltet ist.

Gemäß einem in den Fig. 28 bis 31 gezeigten vierten Ausführungsbeispiel wird der hydraulische Druck zu der Freigabekammer 60 innerhalb des Blockierloches 59 über Bahnen geliefert, die sich von der Voreilkammer 42 und der Nacheilkammer 43 unterscheiden.

Wie dies in den Fig. 28 bis 31 gezeigt ist, ist ein dem Freigeben gewidmetes Freigabehydraulikdrucksteuerventil (Fluiddrucksteuereinrichtung) 78 neben dem Hydraulikdrucksteuerventil 29 zum Steuern des hydraulischen Druckes der Voreilkammer 42 und der Nacheilkammer 43 vorgesehen. Eine ringartige Freigabenut 77, die zusätzlich am Umfang der einlassseitigen Nockenwelle 16 ausgebildet ist, steht mit dem Freigabehydraulikdrucksteuerventil 78 in Verbindung, und durch die Ölpumpe 28 gepumptes Öl wird zu

der Freigabenut 77 über das Freigabehydraulikdrucksteuerventil 78 geliefert. Eine Freigabeölbahn 79, die mit der Freigabenut 77 verbunden ist, ist so ausgebildet, dass sie durch die Innenseite der einlassseitigen Nockenwelle 16 und die Schraube 37 dringt, um mit einem innerhalb des Rotors 35 ausgebildeten Verbindungsloch 80 in Verbindung zu stehen. Dieses Verbindungsloch 80 steht mit der Freigabenut 63 in Verbindung (siehe die Fig. 29 bis 31).

Das Freigabehydraulikdrucksteuerventil 78 ist ein Schaltventil mit zwei Anschlüssen und drei Positionen, das ein Ventil durch ein Solenoid 82 und eine Feder 81 antreibt und die Position des Ventiles zwischen einer Position zum Zuführen des hydraulischen Druckes zu der Freigabekammer 60 und der Freigabenut 63, der Position zum Verbinden der Freigabekammer 60 und der Freigabenut 63 mit dem Ablauf und der Position für ein Verbinden des Freigabekammer 60 und der Freigabenut 63 mit entweder der Ölpumpe 28 und dem Ablauf umschaltet.

Gemäß dem vierten Ausführungsbeispiel führt die Motorsteuereinheit 21 ein Freigabesteuerprogramm in Fig. 31 aus. Wenn gemäß diesem Programm bei Schritt 401 ein Blockieren bestimmt wird, geht der Prozess zu Schritt 402 weiter, um den Steuerstrom des Solenoids 82 des Freigabehydraulikdrucksteuerventils 78 derart zu steuern, dass das Ventil zu der Position für ein Liefern von keinem hydraulischen Druck zu der Freigabekammer 60 und der Freigabenut 63 umgeschaltet wird, das heißt beispielsweise die Position zum Verbinden der Freigabekammer 60 und der Freigabenut 63 mit dem Ablauf.

Danach geht der Prozess zu Schritt 403 weiter, um den Steuerstrom des Solenoids 53 des Hydraulikdrucksteuerventils 29 derart zu steuern, dass der Hydraulikdruck lediglich zu der Nacheilkammer 43 geliefert wird. Danach wird bei Schritt 404 überprüft, ob die vorbestimmte Zeitspanne S seit dem Start der Zufuhr an hydraulischem Druck zu der Nacheilkammer 43 abgelaufen ist oder nicht. Hierbei wird die vorbestimmte Zeitspanne S auf eine Zeitspanne eingestellt, die erforderlich ist, damit die Luft innerhalb der Einheit herausgesaugt wird, wenn der hydraulische Druck zugeführt wird. Wenn die vorbestimmte Zeitspanne S noch nicht abgelaufen ist, wird bei Schritt 404 bestimmt, dass die Luft innerhalb der Einheit noch nicht vollständig herausgezogen worden ist und der Prozess wartet bei Schritt 404.

Wenn bei Schritt 407 bestimmt worden ist, dass die vorbestimmte Zeitspanne seit dem Start der Zufuhr des hydraulischen Druckes zu der Nacheilkammer 43 abgelaufen ist, wird bestimmt, dass die Luft innerhalb der Einheit herausgesaugt worden ist. Danach geht der Prozess zu Schritt 205 weiter, um den Steuerstrom I des Solenoids 53 des Hydraulikdrucksteuerventils 29 auf den Haltestrom I_h zum Zuführen des hydraulischen Druckes zu sowohl der Voreilkammer 42 als auch der Nacheilkammer 43 einzustellen. Dann wird bei Schritt 406 bestimmt, ob die Zeitspanne T seit der Vollendung des Ankurbelns abgelaufen ist oder nicht. Diese Zeitspanne T wird durch eine Tabelle oder einen Funktionsausdruck übereinstimmend mit der Kühlmitteltemperatur, der Motortemperatur, der Fluidtemperatur und dergleichen berechnet und wird auf eine Zeitspanne eingestellt, die geringfügig länger als die Zeitspanne ist, die zum Zuführen des hydraulischen Druckes erforderlich ist, die zum Steuern der Nockenwellenphase nach der Vollendung des Ankurbelns ausreichend ist. Wenn die Zeitspanne T seit der Vollendung des Ankurbelns abgelaufen ist, wird bestimmt, dass der zum Steuern der Nockenwellenphase ausreichende hydraulische Druck nicht geliefert werden kann, und der Prozess wartet bei Schritt 406.

Wenn bei Schritt 406 bestimmt worden ist, dass die Zeitspanne T seit der Vollendung des Ankurbelns angelaufen ist,

wird bestimmt, dass der zum Steuern der Nockenwellenphase ausreichende hydraulische Druck geliefert worden ist. Danach geht der Prozess zu Schritt 407 weiter, um den Steuerstrom des Solenoids 82 des Freigabehydraulikdrucksteuerventils 78 so zu steuern, dass der hydraulische Druck zu der Freigabekammer 60 und der Freigabenut 63 geliefert wird, um den Einrastzapfen 58 freizugeben.

Da kein hydraulischer Druck zu der Freigabekammer 60 und der Freigabenut 63 beim Ankurbeln des Motors ebenfalls bei dem vorstehend beschriebenen vierten Ausführungsbeispiel geliefert wird, ist es möglich, zuverlässig zu verhindern, dass der Einrastzapfen 58 bei einem Ankurbeln des Motors freigegeben wird, und die Probleme der Verschlechterung des Startvermögens, der Verschlechterung der Motorsteuerbarkeit und das Geräusch zu vermeiden.

Obwohl ein Liefern des hydraulischen Druckes zu sowohl der Voreilkammer 42 als auch der Nacheilkammer 43 beim Freigeben des Einrastzapfens 58 bei dem System zum Liefern des hydraulischen Druckes zu der Freigabekammer 60 und der Freigabenut 63 über die Bahnen möglich ist, die sich von der Voreilkammer 42 und der Nacheilkammer 43 unterscheiden, besteht die Möglichkeit, dass eine Bahn zum Herausaugen der Luft innerhalb der Einheit beseitigt wird, und die Luft verbleibt innerhalb der Voreilkammer 42 oder der Nacheilkammer 43, womit das Zuführen des hydraulischen Druckes behindert wird.

Da jedoch der hydraulische Druck zu der Nacheilkammer 43 geliefert wird, um die Luft innerhalb der Einheit zunächst beim Freigeben des Einrastzapfens 58 herauszusaugen, und der hydraulische Druck zu sowohl der Voreilkammer 42 als auch der Nacheilkammer 43 nach dem Ablauf der vorbestimmten Zeitspanne S geliefert wird, die erforderlich ist, damit die Luft gemäß dem vierten Ausführungsbeispiel herausgesaugt wird, ist es möglich, die Luft innerhalb der Einheit jedesmal dann herauszusaugen, wenn das Freigeben ausgeführt wird, um zu verhindern, dass die Luft in der Voreilkammer 42 und in der Nacheilkammer 43 verbleibt, und um einen Fehler bei der Zufuhr des hydraulischen Druckes zu verhindern, der ansonsten durch die Luft bewirkt worden würde, womit die Betriebszuverlässigkeit verbessert wird.

Es sollte hierbei beachtet werden, dass, obwohl der hydraulische Druck zu den beiden Kammern 42 und 43 nach dem Liefern des hydraulischen Druckes zu der Nacheilkammer 43 bei dem vierten Ausführungsbeispiel geliefert worden ist, der hydraulische Druck zu den beiden Kammern 42 und 43 nach dem Liefern des hydraulischen Druckes zu der Voreilkammer 42 geliefert werden kann.

Obwohl die hydraulische Steuerung der Voreilkammer 42 und der Nacheilkammer 43 und die hydraulische Steuerung der Freigabekammer 60 und der Freigabenut 63 durch unterschiedliche Steuerventile (das Hydraulikdrucksteuerventil 29 und das Freigabehydraulikdrucksteuerventil 78) ausgeführt werden, kann die hydraulische Steuerung der Voreilkammer 42 und der Nacheilkammer 43 und die hydraulische Steuerung der Freigabekammer 60 und der Freigabenut 63 durch ein Steuerventil ausgeführt werden.

Nachstehend ist ein fünftes Ausführungsbeispiel beschrieben.

Obwohl die Zeitspanne zum Lockern der Anomalitätsüberprüfungsbedingung durch die abgelaufene Zeitspanne C2 nach dem Erfassen des Freigebens bei dem dritten Ausführungsbeispiel eingestellt wird, wird die zeitliche Abstimmung für das Enden der Zeitspanne zum Lockern oder niedriger Ansetzen der Anomalitätsüberprüfungsbedingung bestimmt, indem herausgefunden wird, ob die tatsächliche Ventilzeit VT (Nockenwellenphase) innerhalb eines vorbestimmten Bereiches um die Zwischenblockierphase herum länger als eine vorbestimmte Zeit nach dem Freigeben ver-

bleibt oder nicht. Das heißt, obwohl die Nockenwellenphase durch die Seite gedrückt wird, bei der der hydraulische Druck hoch ist, und sich in dem Augenblick des Freigebens plötzlich ändert, wenn der Einrastzapfen 58 in dem Zustand freigegeben wird, bei dem der hydraulische Druck von sowohl der Voreilkammer als auch der Nacheilkammer 42 und 43 nicht gleichmäßig ist, kann die Nockenwellenphase auf den Zielwert (um die Zwischenblockierphase herum) danach gesteuert werden, wenn der hydraulische Druck sowohl der Voreilkammer als auch der Nacheilkammer 42 und 43 ausgeglichen ist, und die Nockenwellenphase kann gesteuert werden. Dem gemäß kann bestimmt werden, dass die Steuerung der tatsächlichen Ventilzeit VT stabilisiert wird, wenn die tatsächliche Ventilzeit VT innerhalb des vorbestimmten Bereiches um die Zwischenblockierphase herum länger als die vorbestimmte Zeitspanne nach dem Freigeben verbleibt. In diesem Fall wird die vorübergehende Zunahme der Abweichung ΔVT der tatsächlichen Ventilzeit VT direkt nach dem Freigeben nicht fehlerhafterweise als anormal bestimmt, selbst wenn die Anormalitätsüberprüfungsbedingung zu dem Normalwert zurückkehrt.

Dem gemäß wird das Lockern/die Rückkehr der Anormalitätsüberprüfungsbedingung durch das Freigabesteuerprogramm von Fig. 32 gesteuert. Die gleichen Prozesse mit den Schritten 311 bis 315 bei Fig. 24 werden ebenfalls durch dieses Programm bei den Schritten 501 bis 505 ausgeführt, um den Einrastzapfen 58 entsprechend der Freigabeforderung freizugeben und die Freigabeforderungsmarke Relflag auszuschalten.

Danach geht der Prozess zu Schritt 507 nach dem Erfassen der tatsächlichen Ventilzeit VT (tatsächlicher Voreilwinkel der einlassseitigen Nockenwelle 16) des Einlassventils auf der Grundlage der Ausgabesignale des Kurbelwinkelsensors 20 und des Nockenwinkelsensors 19 bei Schritt 506 weiter, um zu bestimmen, ob die tatsächliche Ventilzeit VT innerhalb des vorbestimmten Bereiches um die Zwischenblockierphase herum ist oder nicht ($VTA < VT < VTB$). Wenn die tatsächliche Ventilzeit VT sich nicht innerhalb des vorbestimmten Bereiches um die Zwischenblockierphase herum befindet, geht der Prozess zu Schritt 508 weiter, um das Zeitzählglied zum Zählen der Zeit C3 zu löschen, bei der die tatsächliche Ventilzeit VT innerhalb des vorbestimmten Bereiches um die Zwischenblockierphase herum verbleibt. Dann geht der Prozess zu Schritt 511 weiter, um den Anormalitätsüberprüfungswert α und/oder die Zeitspanne β bei der bei dem Anormalitätsüberprüfungsprogramm von Fig. 23 verwendeten Anormalitätsüberprüfungsbedingung zu lockern, um zu vermeiden, dass die vorübergehende Zunahme der Abweichung der tatsächlichen Ventilzeit VT direkt nach dem Freigeben fehlerhafterweise als anormal bestimmt wird. Danach geht der Prozess zu dem vorstehend beschriebenen Schritt 506 zurück.

Wenn sich die tatsächliche Ventilzeit VT innerhalb des vorbestimmten Bereiches um die Zwischenblockierphase herum befindet, geht der Prozess zu Schritt 509 weiter, um den Wert C3 des Zeitzählgliedes zum Zählen der Zeit C3 hinaufzuzählen, bei der die tatsächliche Ventilzeit VT innerhalb des vorbestimmten Bereiches um die Zwischenblockierphase herum verbleibt. Dann wird bestimmt, ob diese Zeitspanne C3 eine Zeitspanne δ überschreitet oder nicht. Wenn sie diese Zeitspanne nicht überschreitet, geht der Prozess zu Schritt 511 weiter, um die Anormalitätsüberprüfungsbedingung zu lockern. Dann kehrt der Prozess zu Schritt 506 zurück. Der Zustand, bei dem die Anormalitätsüberprüfungsbedingung gelockert ist, wird bis zu dem Zeitpunkt fortgesetzt, bei dem die Zeitspanne C3, bei der die tatsächliche Ventilzeit VT innerhalb des vorbestimmten Bereiches um die Zwischenblockierphase herum verbleibt, die

Zeitspanne δ überschreitet, indem die derartigen Prozesse wiederholt werden.

Danach geht der Prozess zu Schritt 512 zu dem Zeitpunkt weiter, bei dem die Zeitspanne C3, bei der die tatsächliche Ventilzeit VT innerhalb des vorbestimmten Bereiches um die Zwischenblockierphase herum verbleibt, die Zeitspanne überschreitet, damit die Anormalitätsüberprüfungsbedingung auf den Normalwert zurückkehrt. Danach wird der Wert C3 des Zeitzählgliedes bei Schritt 513 gelöscht, und das Programm endet.

Gemäß dem vorstehend beschriebenen fünften Ausführungsbeispiel ist es möglich, dass die Anormalitätsüberprüfungsbedingung auf den normalen Wert zurückkehrt, und dass zuverlässig verhindert wird, dass die Anormalität fehlerhafterweise bestimmt wird, indem bestimmt wird, ob die Ventilzeitsteuerung tatsächlich stabilisiert worden ist oder nicht, wobei dies aus dem Verhalten der tatsächlichen Ventilzeit VT (Nockenwellenphase) nach dem Freigeben herührt.

Nachstehend ist ein sechstes Ausführungsbeispiel beschrieben.

Obwohl der Einrastzapfen 58 unmittelbar zu dem Zeitpunkt freigegeben wird, bei dem die Motordrehzahl auf die vorbestimmte Drehzahl oder höher nach dem Ankurbeln des Motors bei dem dritten und fünften Ausführungsbeispiel ansteigt, gibt es einen Fall, bei dem der Einrastzapfen 58 schwerlich in dem Einrastloch 59 sitzt, wenn der Motor bei einem derartigen Aufbau angehalten wird. Wenn beispielsweise der Motor 11 vor dem Anstieg der Öltemperatur zu einem Kaltzeitpunkt angehalten wird, ist die Viskosität des Öles innerhalb des Hydraulikschaltkreises hoch und ist das Fließvermögen des Öles schlecht. Dem gemäß wird kaum Öl aus dem Einrastloch 59 herausgesaugt, und der Einrastzapfen 58 sitzt kaum in dem Einrastloch 59. Wenn der Einrastzapfen 58 während des Betriebs des Motors in einem derartigen Zustand freigegeben wird, sitzt der Einrastzapfen 58 kaum in dem Einrastloch 59, und die Nockenwellenphase kann nicht bei der Zwischenblockierphase beim Anhalten des Motors danach blockiert werden.

Gemäß dem sechsten Ausführungsbeispiel wird das Freigeben des Einrastzapfens 58 verhindert, bis die Nockenwellenphase nach dem Ankurbeln des Motors bewegbar wird, wobei dies durch ein Freigabeermöglichkeits-verhinderungsbestimmungsprogramm in Fig. 33 geschieht. Gemäß dem vorliegenden Ausführungsbeispiel wird bestimmt, ob die Nockenwellenphase bewegbar ist oder nicht, indem die Kühlmitteltemperatur als eine Ersatzinformation in Bezug auf die Öltemperatur unter der Berücksichtigung verwendet wird, dass die Bewegung der Nockenwellenphase sich in Abhängigkeit von der Viskosität (Öltemperatur) des Öles innerhalb der hydraulischen Schaltung ändert.

Wenn das Freigabeermöglichkeits-verhinderungsbestimmungsprogramm von Fig. 33 aktiviert wird, wird bei Schritt 601 überprüft, ob die Kühlmitteltemperatur geringer als eine vorbestimmte Temperatur T_c ist oder nicht. Wenn die Kühlmitteltemperatur geringer als die vorbestimmte Temperatur T_c ist, wird bestimmt, dass die Viskosität des Öles innerhalb der hydraulischen Schaltung hoch ist, und der Einrastzapfen 58 sitzt schwerlich in dem Einrastloch 59. Dann geht der Prozess zu Schritt 602 weiter, um das Freigeben zu verhindern. In diesem Fall wird der Betrieb des Motors fortgesetzt, während der Einrastzapfen 58 eingerastet ist, und es wird keine Ventilzeitsteuerung ausgeführt.

Dann wird zu dem Zeitpunkt, bei dem die Kühlmitteltemperatur bis oberhalb der vorbestimmten Temperatur angestiegen ist, bestimmt, dass die Nockenwellenphase beweglich ist. Dann geht der Prozess zu Schritt 603 weiter, um das Freigeben zu ermöglichen. Die Freigabesteuerung wird aus-

geführt, wenn die andere Freigabebedingung in diesem Fall eingehalten ist. Dann wird der Einrastzapfen 58 freigegeben und die Normalventilzeitsteuerung wird gestartet.

Gemäß dem sechsten Ausführungsbeispiel wird das Freigeben des Einrastzapfens 58 bis zu dem Zeitpunkt verhindert, bei dem die Nockenwellenphase nach dem Ankurbeln des Motors bewegbar wird, so dass der Motor 11 in dem Zustand in der Zustand angehalten wird, bei dem die Nockenwellenphase durch den Einrastzapfen 58 blockiert ist, wenn der Motor 11 angehalten wird, bevor die Nockenwellenphase nach dem Ankurbeln beweglich wird. Daher kann der Motor in dem Zustand angekurbelt werden, bei dem die Nockenwellenphase durch den Einrastzapfen 58 beim Ankurbeln des Motors beim nächsten Mal fest eingerastet ist, und es ist möglich, die Probleme der Verschlechterung des Startvermögens und das durch das Fehlverhalten bei dem Einrasten bewirkte Geräusch zu vermeiden.

Es ist möglich zu bestimmen, ob die Nockenwellenphase bewegbar ist oder nicht, indem die Öltemperatur und die Motortemperatur verwendet werden. Es ist ebenfalls möglich, das Freigeben des Einrastzapfens 58 zu verhindern, indem bestimmt wird, dass die Bewegung der Nockenwellenphase schlecht ist, wenn eine Anomalie bei dem Ventilzeitsteuersystem erfasst worden ist.

Gemäß einem siebenten Ausführungsbeispiel wird das Hauptrelais 710 unmittelbar zu dem Zeitpunkt ausgeschaltet, wenn die Nockenwellenphase gegenüber der Zwischenblockierphase voreilt. Das heißt, die Motorsteuereinheit 21 führt ein Hauptrelaissteuerprogramm bei Fig. 34 zusammen mit dem Blockiervoreilsteuerprogramm von Fig. 26 (siehe drittes Ausführungsbeispiel) aus. Das Hauptrelaissteuerprogramm von Fig. 34 wird gleichzeitig mit dem Zündschalter 25 aktiviert und wirkt als eine Hauptrelaissteuereinrichtung. Bei diesem Programm werden ein Prozess (siehe Schritt 701) zum Bestimmen, ob die Nockenwellenphase gegenüber der Zwischenblockierphase voreilt oder nicht, und ein Prozess (siehe Schritt 702) für ein Bestimmen, ob die vorbestimmte Zeitspanne seit dem Ausschalten des Zündschalters 25 abgelaufen ist oder nicht, bei vorbestimmten Zeitspannen wiederholt. Hierbei ist die vorbestimmte Zeitspanne so eingestellt, dass ein bestimmtes Maß an einem Spielraum in Bezug auf die Zeit gestattet wird, die zum Voreilen der Nockenwellenphase gegenüber der Zwischenblockierphase beispielsweise erforderlich ist.

Danach geht, wenn bei einem der Schritte 701 und 702 ein "JA" bestimmt worden ist, der Prozess zu Schritt 703 weiter, um das Hauptrelais 71 auszuschalten und das Programm zu enden. Es sollte beachtet werden, dass das Hauptrelais 71 unmittelbar zu dem Zeitpunkt ausgeschaltet wird, bei dem die Nockenwellenphase gegenüber der Zwischenblockierphase voreilt, wobei die Prozesse der Rückkopplungssteuerung zu der Zwischenblockierphase (siehe die Schritte 323 und 325) unnötig werden, wenn das Blockiervoreilsteuerprogramm von Fig. 26 ausgeführt wird.

Gemäß dem vorstehend beschriebenen siebenten Ausführungsbeispiel wird das Hauptrelais 710 zu dem Zeitpunkt ausgeschaltet (durchgehende Linie in Fig. 35), bei dem die Nockenwellenphase die Zwischenblockierphase durch die Blockiervoreilsteuerung erreicht, wie dies in Fig. 35 gezeigt ist. Dadurch kann eine Einschaltzeit (eine Stromlieferzeit) des Hauptrelais 710 nach dem Ausschalten des Zündschalters 25 stets minimal eingestellt werden. Des weiteren wird als ein Fail-safe-Verhalten beim Auftreten eines Systemfehlers das Hauptrelais 710 zu dem Zeitpunkt ausgeschaltet, bei dem die Zeitspanne T abgelaufen ist, wenn die Nockenwellenphase nicht gegenüber der Zwischenblockierphase bis zu dem Zeitpunkt voreilen kann, bei dem die vorbestimmte Zeitspanne seit dem Ausschalten des Zündschalters 25 ab-

gelaufen ist (gestrichelte Linie in Fig. 35).

Dadurch ist es möglich, die Situation zu verhindern, bei der das Hauptrelais 710 eine lange Zeitspanne lang bei einem anormalen System eingeschaltet bleibt. Jedoch ist es möglich, den Prozess des Schrittes 702 bei Fig. 34 wegzulassen.

Obwohl die jeweiligen vorstehend beschriebenen Ausführungsbeispiele der vorliegenden Erfindung auf das Steuergerät für eine variable Ventilzeit bei dem Einlassventil angewendet ist, kann die Erfindung ebenfalls bei einem Steuergerät für eine variable Ventilzeit eines Auslassventils angewendet werden. Außerdem kann der Aufbau der Ventilzeiteinstelleinheit abgewandelt werden. Dies wird dann geschehen, wenn es sich um die Ventilzeiteinstelleinheit der Art zum Blockieren der Nockenwellenphase bei der Zwischenblockierphase handelt.

Das Steuergerät für die variable Ventilzeit ist so aufgebaut, dass ein hydraulischer Druck zu der Freigabekammer 60 für das Freigeben des Einrastzapfens 58 lediglich von der Nacheilkammer geliefert wird. Beim Ankurbeln des Motors (11) wird das Hydraulikdrucksteuerventil 29 so gesteuert, dass der hydraulische Druck lediglich zu der Voreilkammer geliefert wird und der hydraulische Druck nicht auf die Freigabekammer 60 aufgebracht wird. Dadurch wird verhindert, dass der Einrastzapfen 58 beim Ankurbeln des Motors zuvor freigegeben wird. Danach wird ein Steuerstrom des Solenoids 53 des Hydraulikdrucksteuerventils 29 auf den Haltestrom I_H zum Halten der Position der Nockenwellenphase zu dem Zeitpunkt geschaltet, bei dem eine zum Ermöglichen des Lieferns des hydraulischen Druckes erforderliche Zeitspanne zum Steuern der Nockenwellenphase nach der Vollendung des Ankurbelns ausreichend ist, um den hydraulischen Druck gleichermaßen zu sowohl der Voreilkammer als auch der Nacheilkammer zu liefern. Dadurch wird der hydraulische Druck ebenfalls zu der Freigabekammer 60 von der Nacheilkammer geliefert und der Einrastzapfen 58 wird freigegeben.

Patentansprüche

1. Steuergerät für eine variable Ventilzeit eines Verbrennungsmotors (11) mit:
 - einem ersten Drehkörper (31), der sich synchron mit einer Kurbelwelle (12) des Verbrennungsmotors dreht;
 - einem zweiten Drehkörper (35), der konzentrisch zu dem ersten Drehkörper angeordnet ist und mit einer Nockenwellen (16, 17) für ein Öffnen/Schließen eines Motorventils verbunden ist;
 - einem Flügel (41), der entweder an dem ersten Drehkörper oder dem zweiten Drehkörper vorgesehen ist, um eine zwischen den beiden Drehkörpern ausgebildete Fluidkammer in eine Voreilkammer (42) und eine Nacheilkammer (43) zu teilen;
 - einer Fluiddrucksteuereinrichtung (29, 78) für ein Steuern des Druckes eines Fluides, das von der Voreilkammer und der Nacheilkammer geliefert wird;
 - einer Ventilzeitsteuereinrichtung (21) für ein variables Steuern der Ventilzeit durch ein Ändern einer Nockenwellenphase in Bezug auf die Kurbelwelle, indem der erste Drehkörper und der zweite Drehkörper und der zweite Drehkörper relativ gedreht werden;
 - einer Blockiereinrichtung (58), die so gedrängt wird, dass die Nockenwellenphase bei einer Zwischenblockierphase innerhalb ihres steuerbaren Bereiches blockiert wird, während der Verbrennungsmotor angehalten ist oder bei dem Ankurbeln des Motors;
 - einer Freigabekammer (60), zu der ein Fluiddruck zum Freigeben der Nockenwellenphase der Blockierein-

- richtung geliefert wird; und
 einer Freigabesteuereinrichtung (21) für ein Steuerndes
 Fluiddrucksteuereinrichtung derart, dass kein Fluid-
 druck, der ein Freigeben bewirkt, zu der Freigabekam-
 mer beim Ankurbeln des Motors aufgebracht ist. 5
2. Steuergerät für eine variable Ventilzeit gemäß An-
 spruch 1, wobei
 die Freigabekammer mit der Nacheilkammer in Ver-
 bindung steht und mit einem Fluidruck von der Nach-
 eilkammer beliefert wird; und 10
 die Freigabesteuereinrichtung die Fluiddrucksteuerein-
 richtung derart steuert, dass der Fluidruck lediglich zu
 der Voreilkammer beim Ankurbeln des Motors belie-
 fert wird.
3. Steuergerät für eine variable Ventilzeit gemäß An-
 spruch 1, wobei
 die Freigabekammer mit der Voreilkammer in Verbin-
 dung steht und mit einem Fluidruck von der Voreil-
 kammer beliefert wird; und
 die Freigabesteuereinrichtung die Fluiddrucksteuerein-
 richtung derart steuert, dass der Fluidruck lediglich zu
 der Nacheilkammer beim Ankurbeln des Motors gelie-
 fert wird.
4. Steuergerät für eine variable Ventilzeit gemäß An-
 spruch 1, wobei 25
 die Freigabekammer mit dem Fluidruck über Bahnen
 beliefert wird, die sich von der Voreilkammer und der
 Nacheilkammer unterscheiden; und
 die Freigabesteuereinrichtung derart steuert, dass kein
 Fluidruck, der ansonsten ein Freigeben bewirken 30
 würde, auf die Freigabekammer beim Ankurbeln des
 Motors aufgebracht wird.
5. Steuergerät für eine variable Ventilzeit gemäß ein-
 em der Ansprüche 1 bis 4, wobei die Freigabesteuer-
 einrichtung das Steuern des Aufbringens von keinem
 Fluidruck, der ansonsten ein Freigeben bewirken 35
 würde, auf die Freigabekammer bis zu dem Zeitpunkt
 fortsetzt, bei dem eine vorbestimmte Zeitspanne seit
 dem Vollenden des Ankurbelns abgelaufen ist.
6. Steuergerät für eine variable Ventilzeit gemäß An-
 spruch 5, wobei die Freigabesteuereinrichtung die vor-
 bestimmte Zeitspanne entsprechend der Temperatur
 des Fluides einstellt. 40
7. Steuergerät für eine variable Ventilzeit gemäß An-
 spruch 5, wobei die Freigabesteuereinrichtung die vor-
 bestimmte Zeitspanne entsprechend einer Kühlmittel-
 temperatur einstellt. 45
8. Steuergerät für eine variable Ventilzeit gemäß ein-
 em der Ansprüche 1 bis 7, wobei die Freigabesteuer-
 einrichtung das Liefern des Fluiddruckes zu der Freiga-
 bekammer dann startet, wenn der durch die Fluid-
 drucksteuereinrichtung Fluidruck größer als der vor-
 bestimmte Druck wird. 50
9. Steuergerät für eine variable Ventilzeit gemäß ein-
 em der Ansprüche 1 bis 8, wobei die Freigabesteuer-
 einrichtung die Blockiereinrichtung freigibt, indem der
 Fluidruck zu der Freigabekammer in dem Zustand ge-
 liefert wird, bei dem der Fluidruck zu zumindest ent-
 weder der Voreilkammer oder der Nacheilkammer
 beim Freigeben der Blockiereinrichtung geliefert wird. 55
10. Steuergerät für eine variable Ventilzeit gemäß An-
 spruch 2 oder 3, wobei die Freigabesteuereinrichtung
 die Blockiereinrichtung freigibt, indem die Fluiddruck-
 steuereinrichtung so gesteuert wird, dass der Fluid-
 druck zu sowohl der Voreilkammer als auch der Nach-
 eilkammer beim Freigeben der Blockiereinrichtung zu-
 geführt wird. 60
11. Steuergerät für eine variable Ventilzeit gemäß An-

- spruch 4, wobei die Freigabesteuereinrichtung die
 Blockiereinrichtung freigibt, indem der Fluidruck zu
 der Freigabekammer in dem Zustand geliefert wird, bei
 dem der Fluidruck auf die beiden Kammern aufge-
 bracht wird, indem der Fluidruck zu der anderen
 Kammer nach dem Liefern des Fluiddruckes zu der ein-
 en Kammer von der Voreilkammer bzw. der Nacheil-
 kammer beim Freigeben der Blockiereinrichtung gelie-
 fert wird.
12. Steuergerät für eine variable Ventilzeit gemäß ein-
 em der Ansprüche 1 bis 11, das des weiteren folgen-
 des aufweist:
 eine Haltestromerkennungseinrichtung (69) zum Er-
 fahren eines Steuerstroms der Fluiddrucksteuereinrich-
 tung zum Halten der Nockenwellenphase als ein Halte-
 strom, wobei
 die Freigabesteuereinrichtung den Steuerstrom der
 Fluiddrucksteuereinrichtung beim Freigeben der Blok-
 kiereinrichtung um den Haltestrom herum einstellt, der
 durch die Haltestromerkennungseinrichtung in Erfah-
 rung gebracht wird.
13. Steuergerät für eine variable Ventilzeit gemäß eine
 der Ansprüche 1 bis 11, das des weiteren folgendes auf-
 weist:
 eine Haltestromberechnungseinrichtung (69) zum Be-
 rechnen des Steuerstroms der Fluiddrucksteuereinrich-
 tung zum Halten der Nockenwellenphase als ein Halte-
 strom auf der Grundlage der Temperaturinformation
 wie beispielsweise der Fluidtemperatur, der Kühlmittel-
 temperatur und der Motortemperatur,
 wobei die Freigabesteuereinrichtung den Steuerstrom
 der Fluiddrucksteuereinrichtung beim Freigeben der
 Blockiereinrichtung um den Haltestrom herum ein-
 stellt, der durch die Haltestromberechnungseinrichtung
 berechnet worden ist.
14. Steuergerät für eine variable Ventilzeit gemäß An-
 spruch 13, wobei die Freigabesteuereinrichtung den
 Steuerstrom der Fluiddrucksteuereinrichtung beim
 Freigeben der Blockiereinrichtung auf einen Wert ein-
 stellt, der durch ein Verschieben des Haltestroms um
 einen vorbestimmten Wert erhalten wird.
15. Steuergerät für eine variable Ventilzeit von einem
 Verbrennungsmotor (11) mit:
 einer Ventilzeitsteuereinrichtung (18) für ein variables
 Steuern der Ventilzeit durch ein Ändern einer Dreh-
 phase einer Nockenwelle (16, 17) im Bezug auf eine
 Kurbelwelle (12) des Verbrennungsmotors durch einen
 hydraulischen Druck;
 einer Blockiereinrichtung (58), die so gedrängt wird,
 dass sie die Nockenwellenphase bei einer Zwischen-
 blockierphase blockiert, die sich annähernd an der
 Zwischenposition ihres steuerbaren Bereiches befindet,
 während der Verbrennungsmotor angehalten wird oder
 angekurbelt wird;
 einer Anomalitätsüberprüfungseinrichtung (21) für
 ein Überprüfen, ob bei der Ventilzeitsteuereinrichtung
 eine Anomalität vorliegt oder nicht; und
 einer Anomalitätsüberprüfungsbedingungs-
 lockerungseinrichtung (21) für ein Lockern der Anor-
 malitätsüberprüfungsbedingung, die bei der Anormali-
 tätsüberprüfungseinrichtung beim Freigeben der Blok-
 kiereinrichtung verwendet wird.
16. Steuergerät für eine variable Ventilzeit gemäß An-
 spruch 15, wobei die Anomalitätsüberprüfungsbedin-
 gungslockerungseinrichtung die Anomalitätsüberprü-
 fungsbedingung auf den normalen Wert zurückkehren
 lässt, nachdem eine vorbestimmte Zeitspanne seit dem
 Zeitpunkt abgelaufen ist, bei dem das Freigeben der

Blockiereinrichtung erfasst worden ist.

17. Steuergerät für eine variable Ventilzeit gemäß Anspruch 16, wobei die Anormalitätsüberprüfungsbedingungslockerungseinrichtung die vorbestimmte Zeitspanne auf der Grundlage der Temperatur von zumindest dem Öl, dem Kühlmittel bzw. dem Motor einstellt.

18. Steuergerät für eine variable Ventilzeit gemäß einem der Ansprüche 15 bis 17, wobei die Anormalitätsüberprüfungsbedingungslockerungseinrichtung die Anormalitätsüberprüfungsbedingung auf den normalen Wert zurückkehren lässt, wenn die Nockenwellenphase innerhalb eines vorbestimmten Bereiches länger als eine vorbestimmte Zeitspanne nach dem Freigeben der Blockiereinrichtung verbleibt.

19. Steuergerät für eine variable Ventilzeit eines Verbrennungsmotors (11) mit:

einer Ventilzeitsteuereinrichtung (18) für ein variables Steuern der Ventilzeit durch ein Ändern einer Drehphase einer Nockenwelle (16, 17) im Bezug auf eine Kurbelwelle (12) des Verbrennungsmotors durch einen hydraulischen Druck;

einer Blockiereinrichtung (58), die so gedrängt wird, dass die Nockenwellenphase bei einer Zwischenblockierphase blockiert wird, die sich annähernd an der Zwischenposition ihres steuerbaren Bereiches befindet, während der Verbrennungsmotor angehalten wird oder angekurbelt wird;

einer Anormalitätsüberprüfungseinrichtung (21), um zu überprüfen, ob bei der Ventilzeitsteuereinrichtung eine Anormalität vorliegt oder nicht; und

einer Freigabeverhinderungseinrichtung (21) zum Verhindern der Freigabe der Blockiereinrichtung bis zu dem Zeitpunkt, bei dem die Nockenwellenphase nach dem Ankurbeln des Motors bewegbar ist.

20. Steuergerät für eine variable Ventilzeit gemäß Anspruch 19, wobei die Freigabeverhinderungseinrichtung auf der Grundlage der Temperatur von zumindest entweder dem Öl, dem Kühlmittel oder dem Motor bestimmt, ob die Nockenwellenphase bewegbar ist oder nicht.

Hierzu 28 Seite(n) Zeichnungen

- Leerseite -

FIG. 1

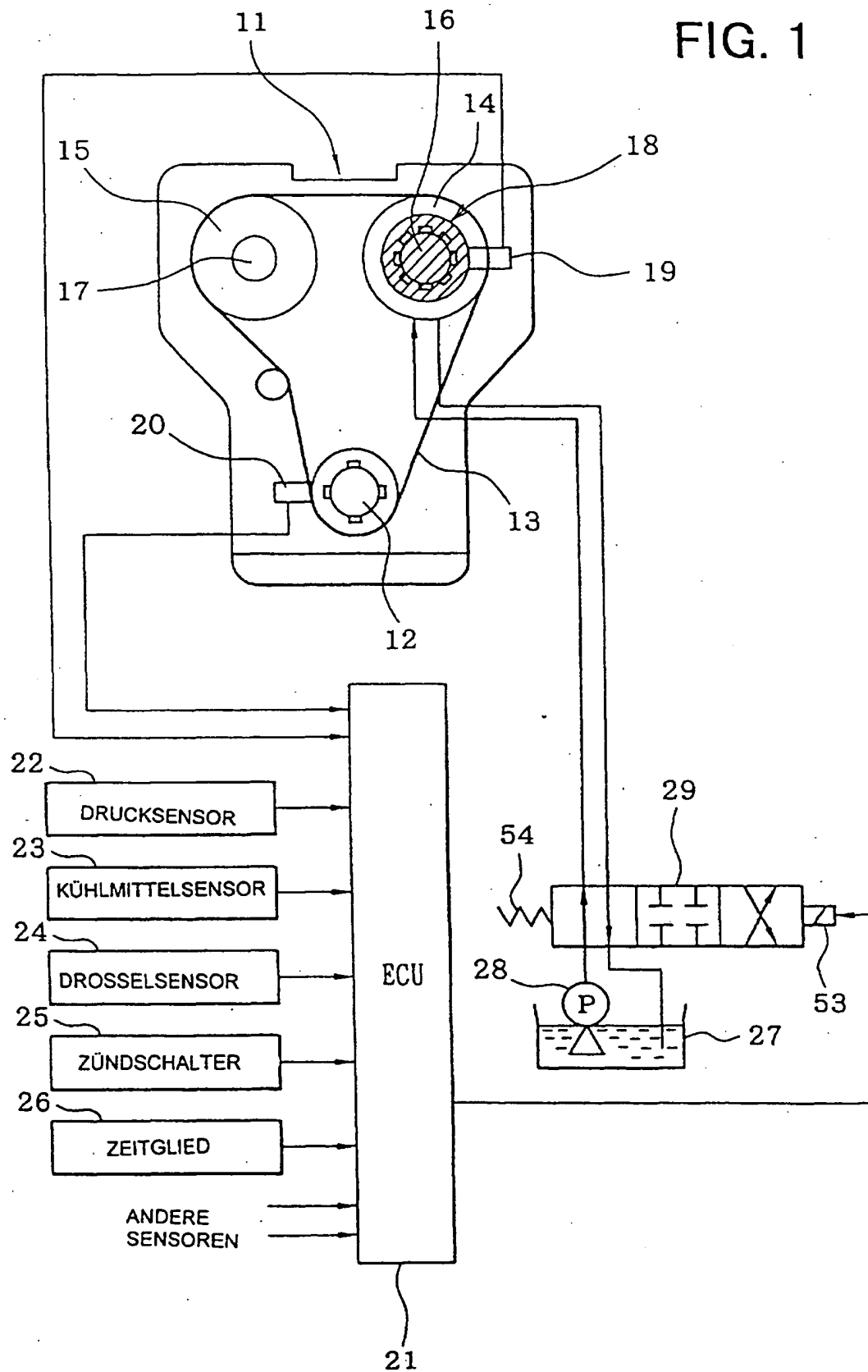


FIG. 2

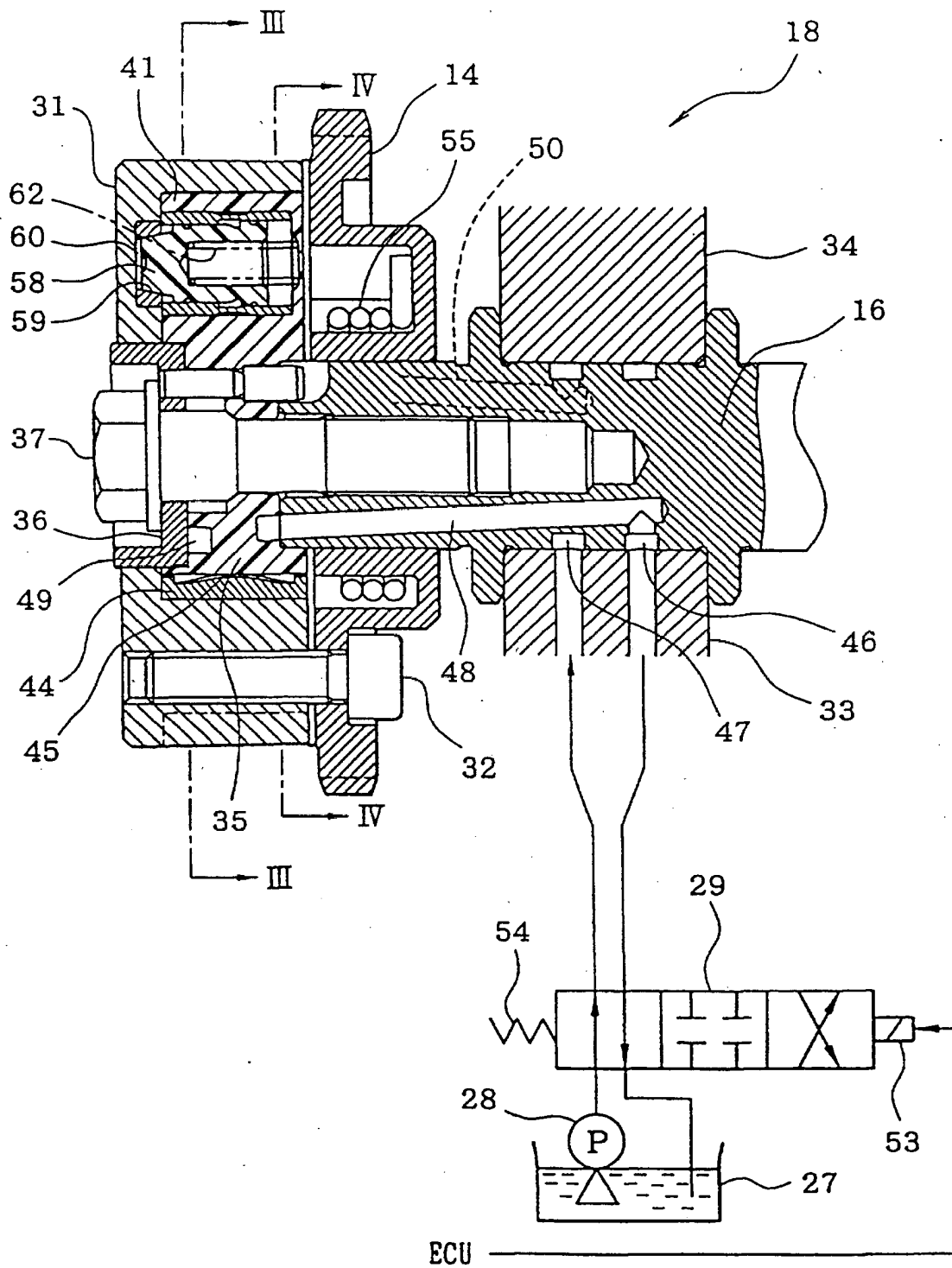


FIG. 3

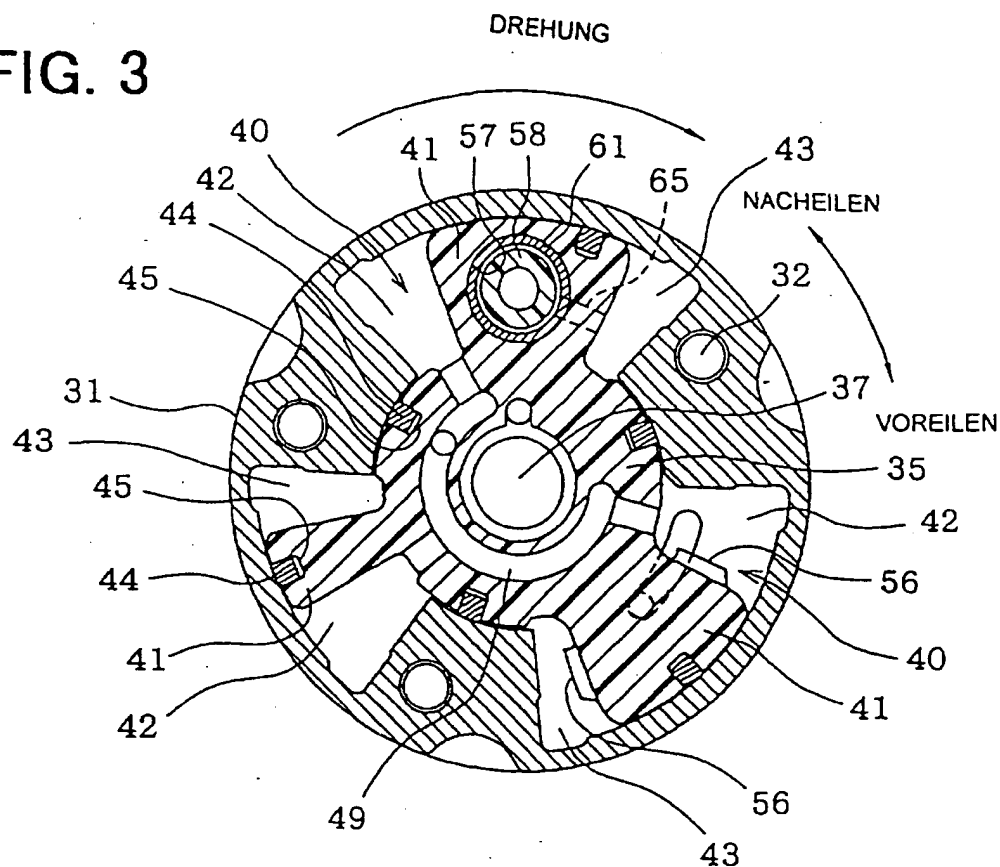


FIG. 4

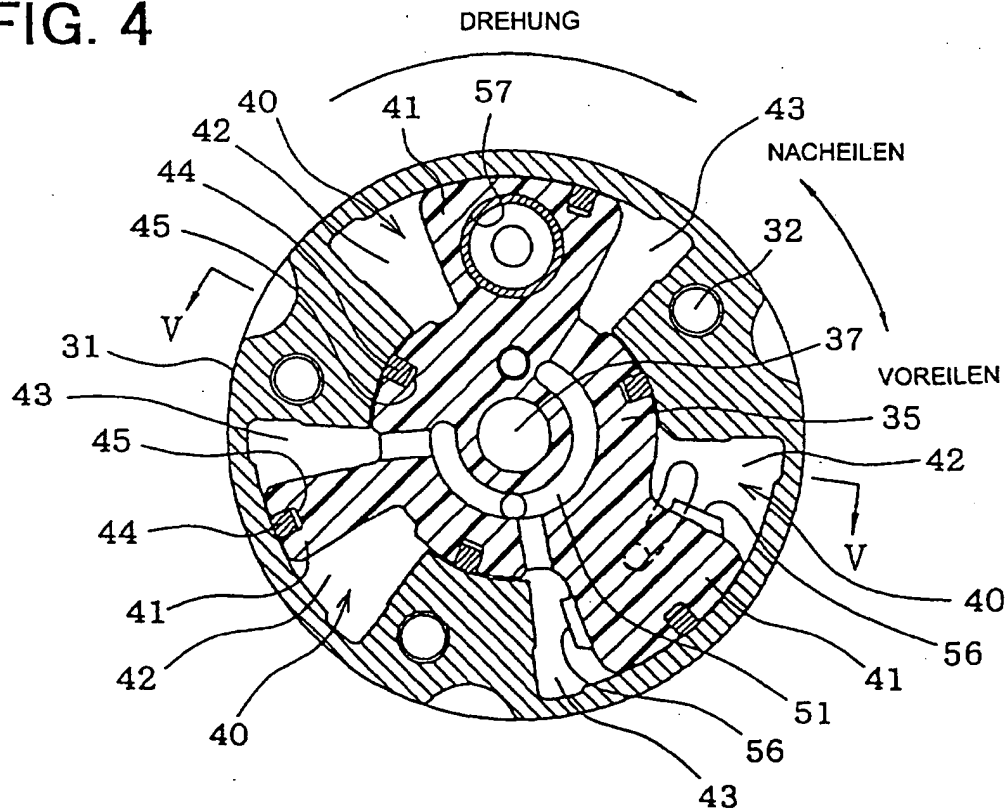


FIG. 5

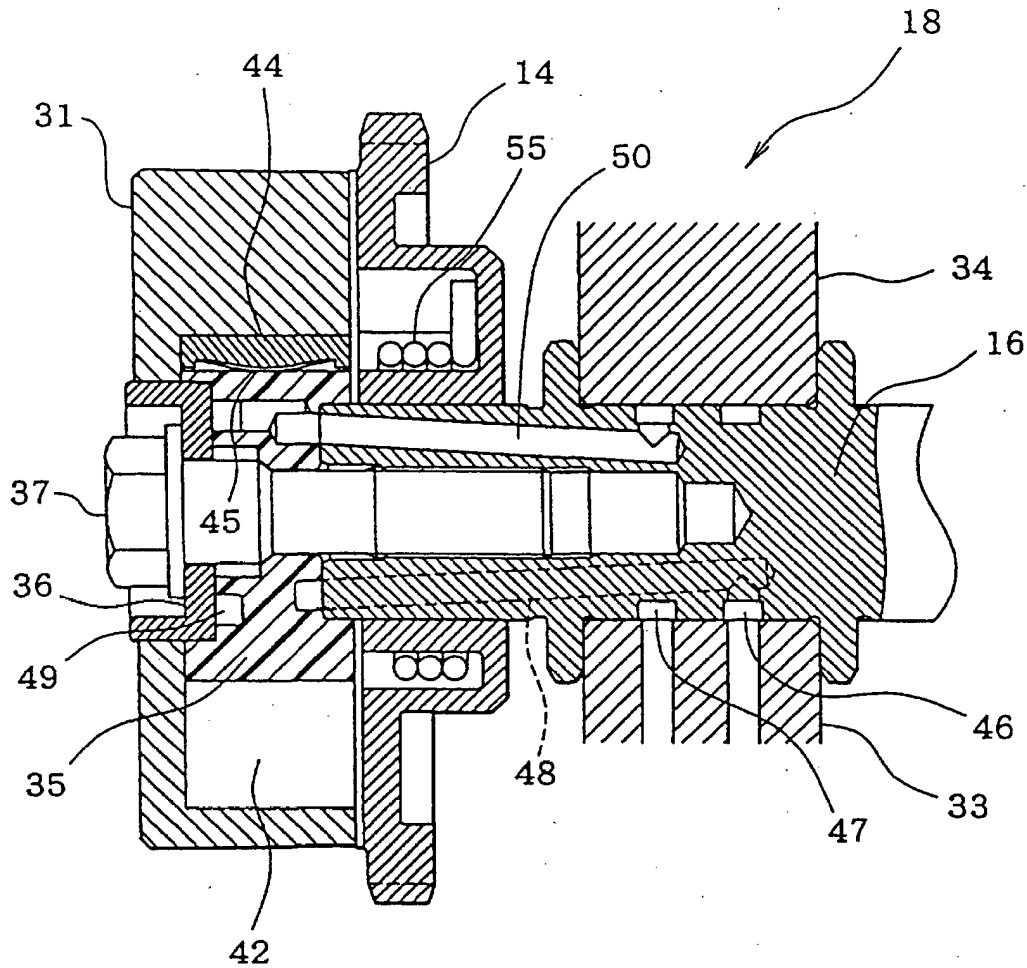


FIG. 6

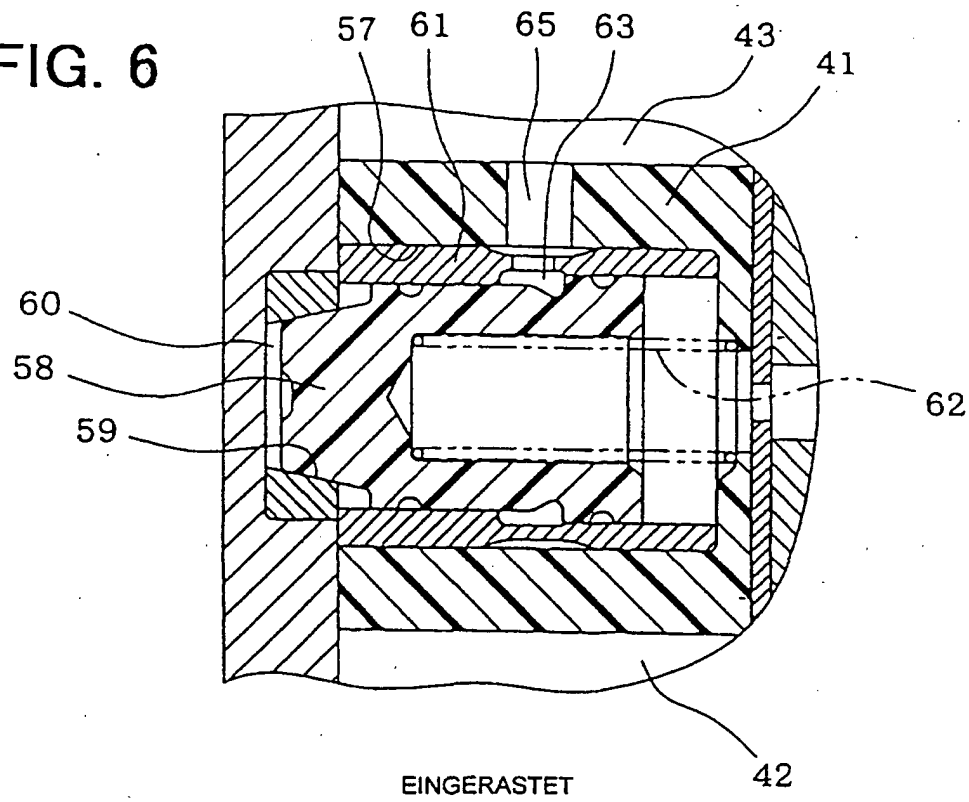


FIG. 7

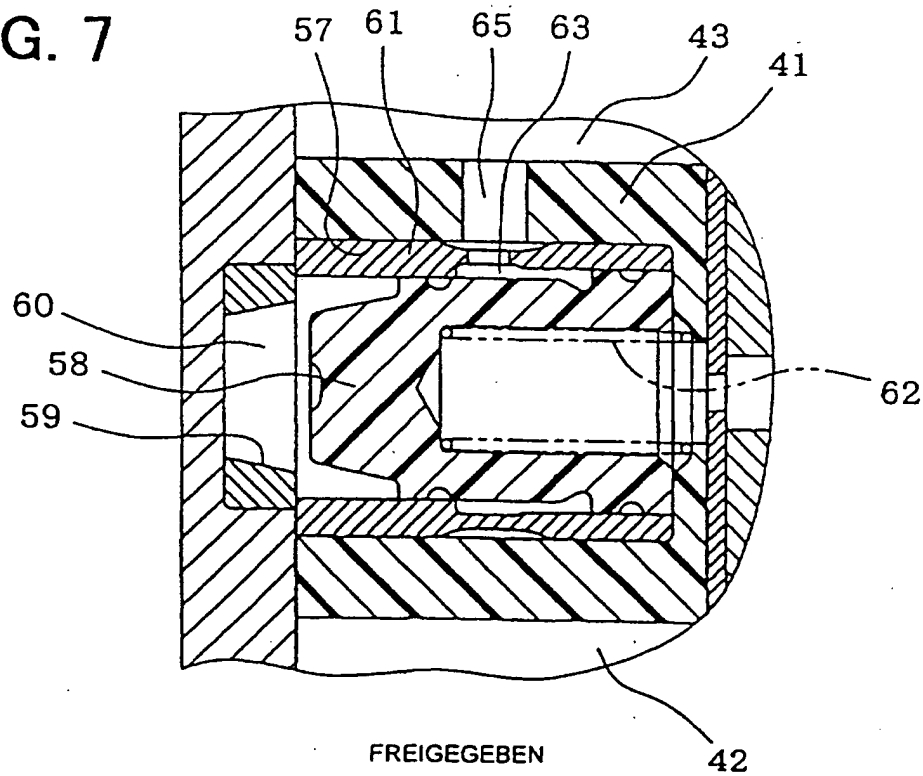


FIG. 8

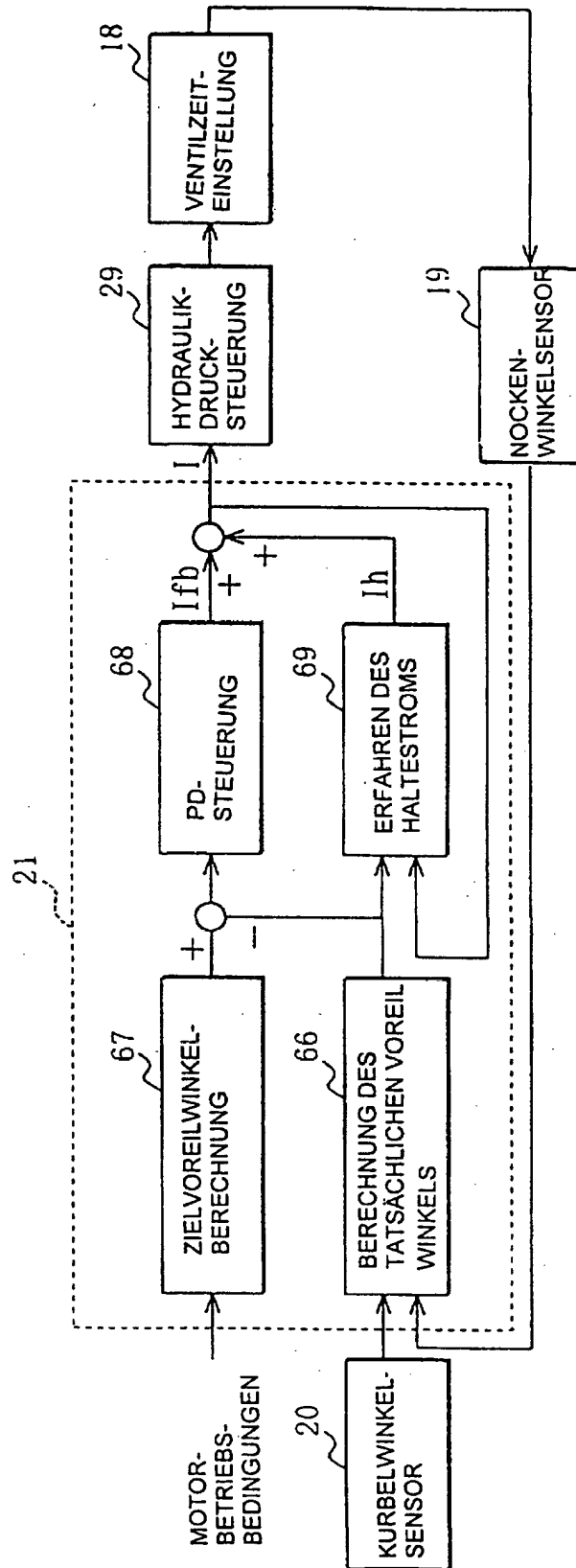


FIG. 9

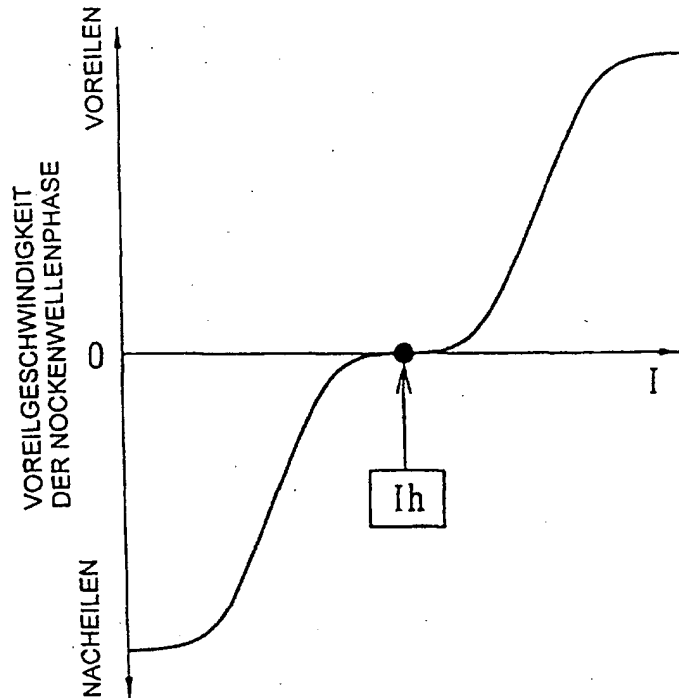


FIG. 10

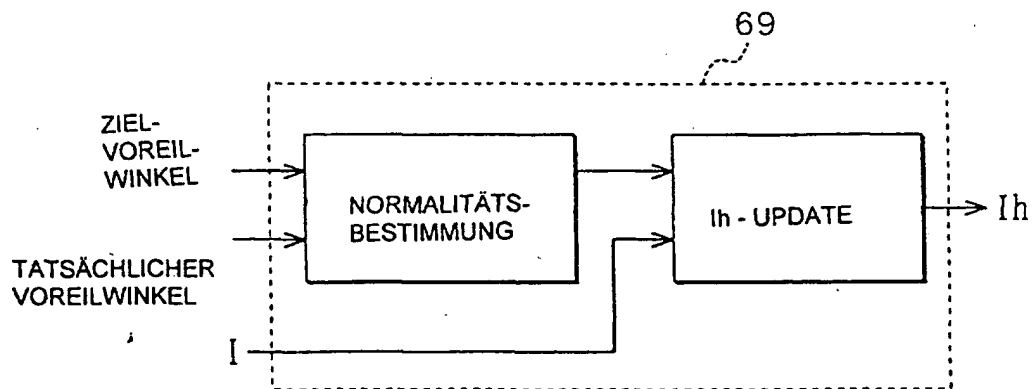


FIG. 11

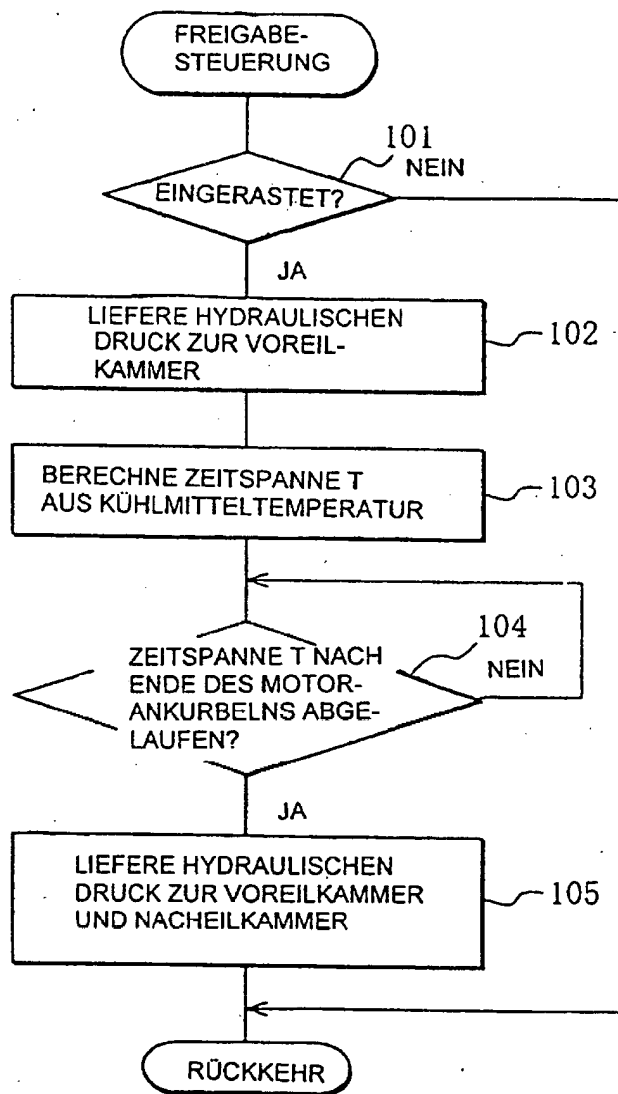


FIG. 12

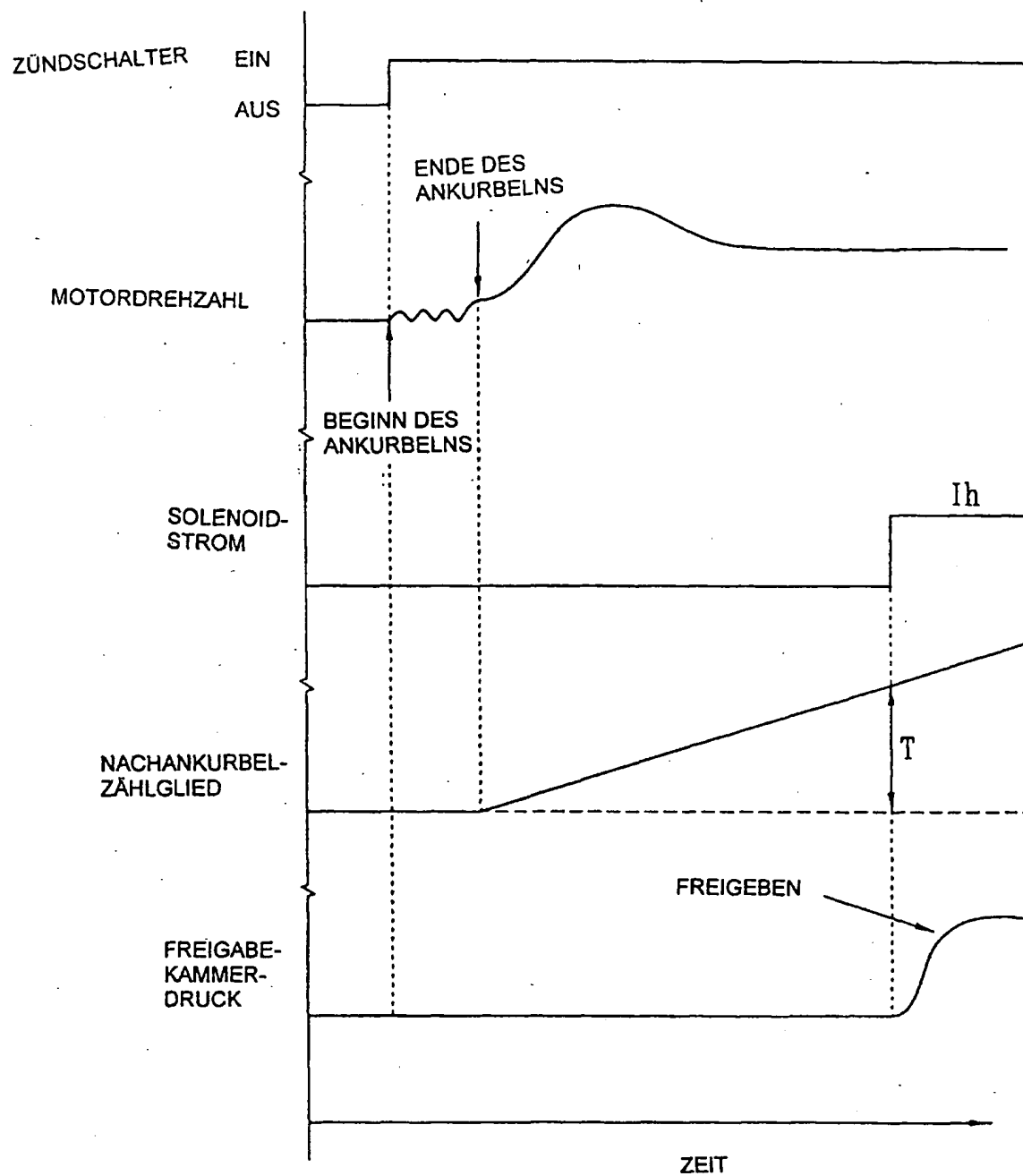


FIG. 13

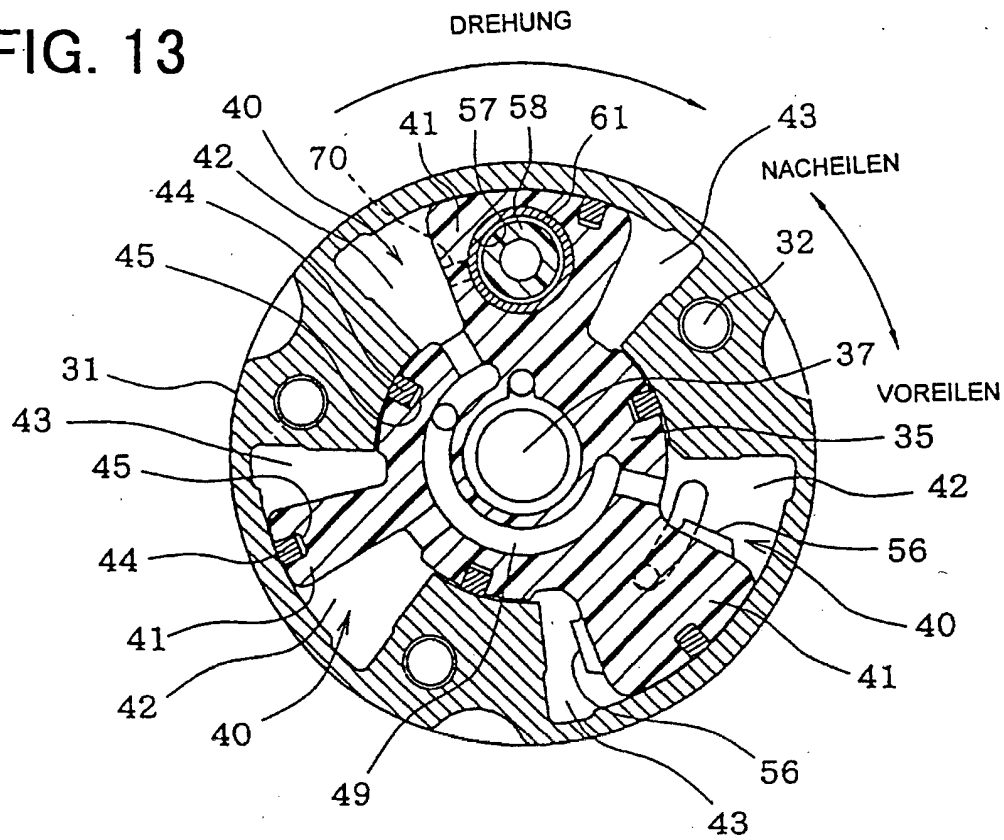


FIG. 14

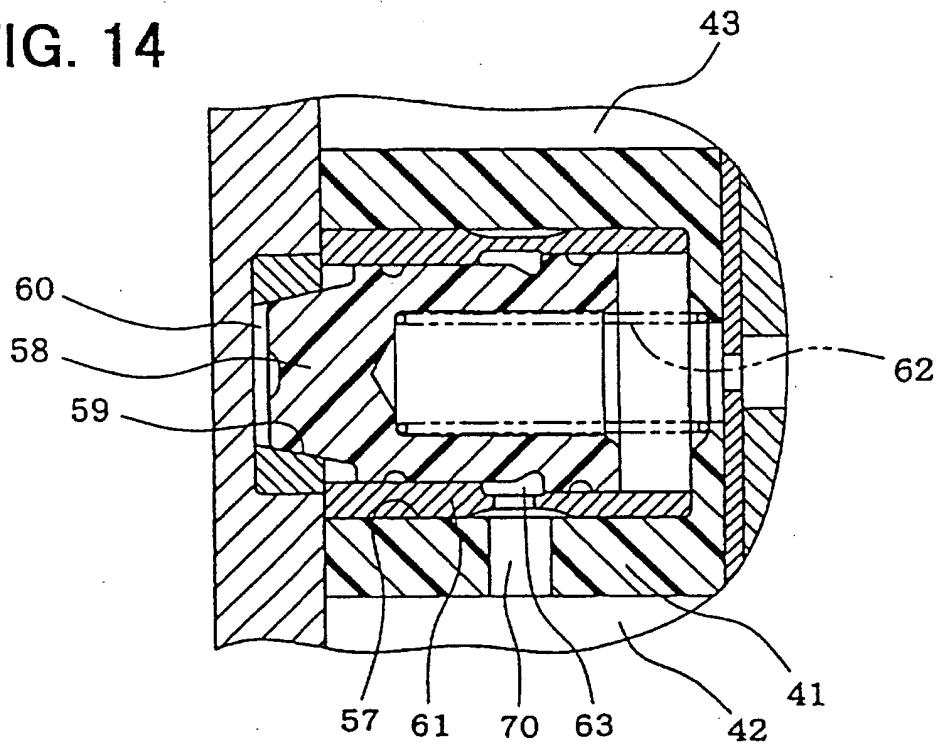


FIG. 15

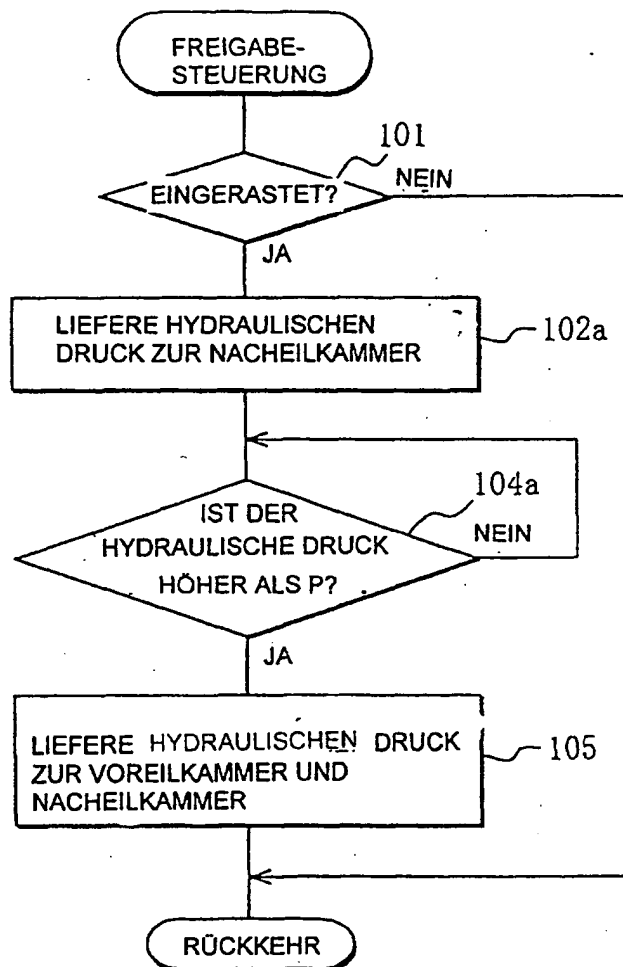


FIG. 16

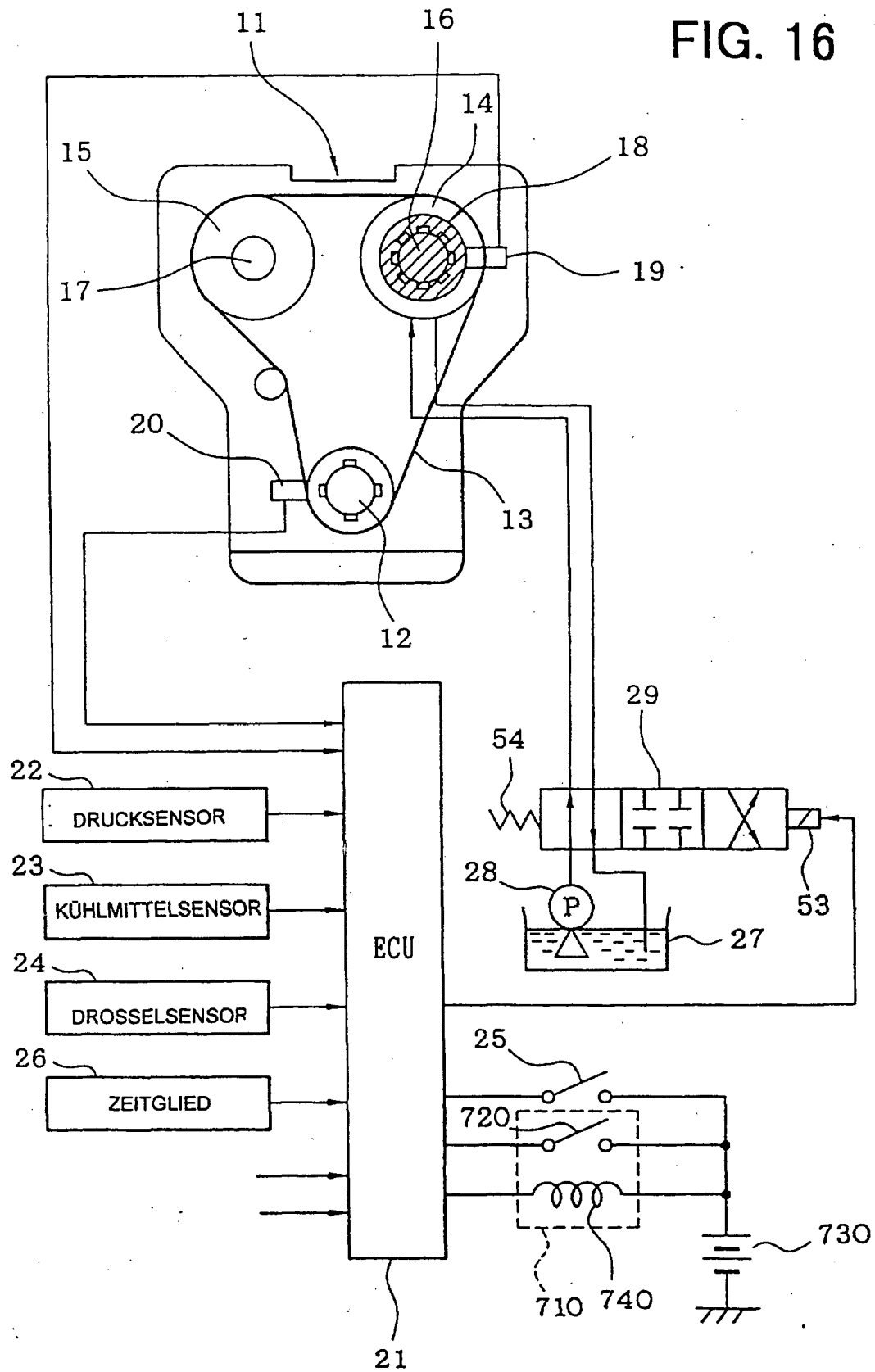


FIG. 17

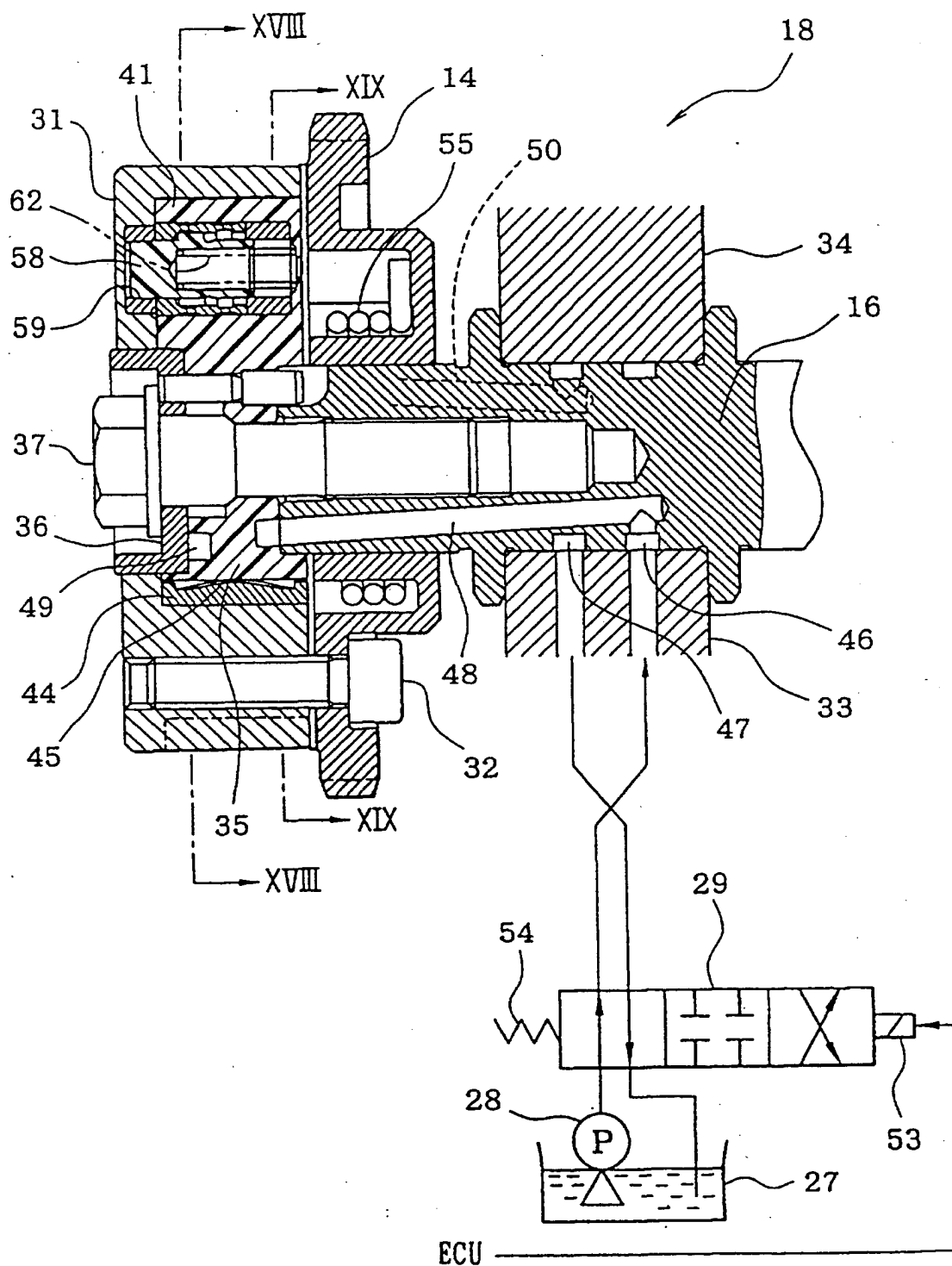


FIG. 18

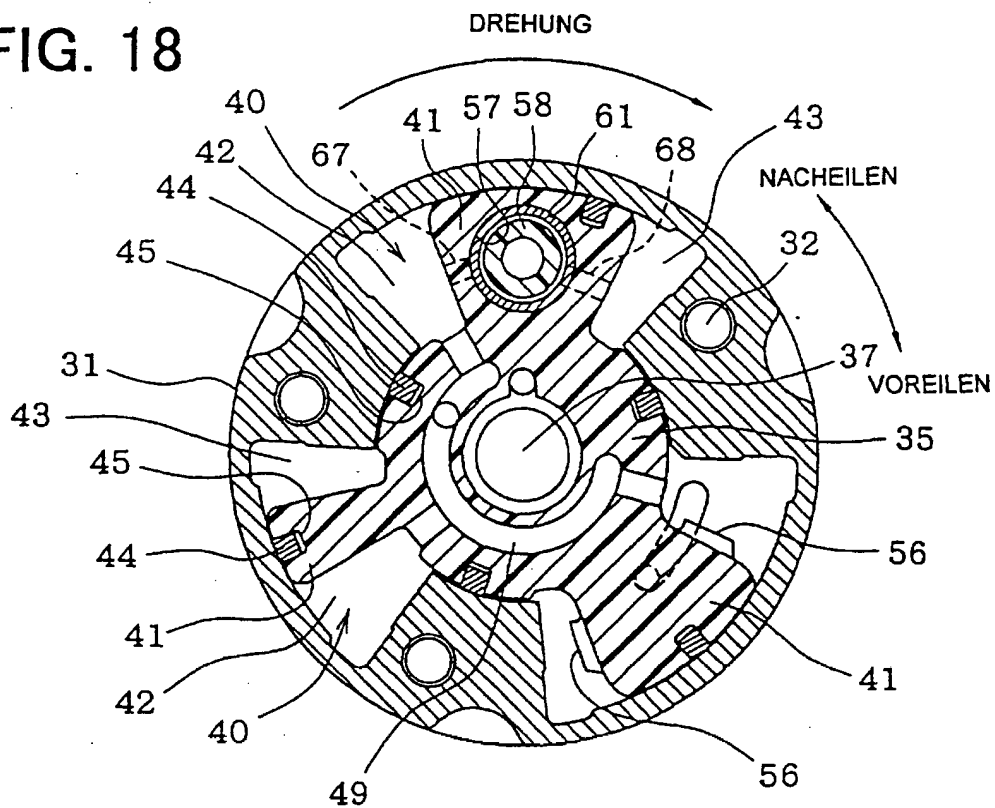


FIG. 19

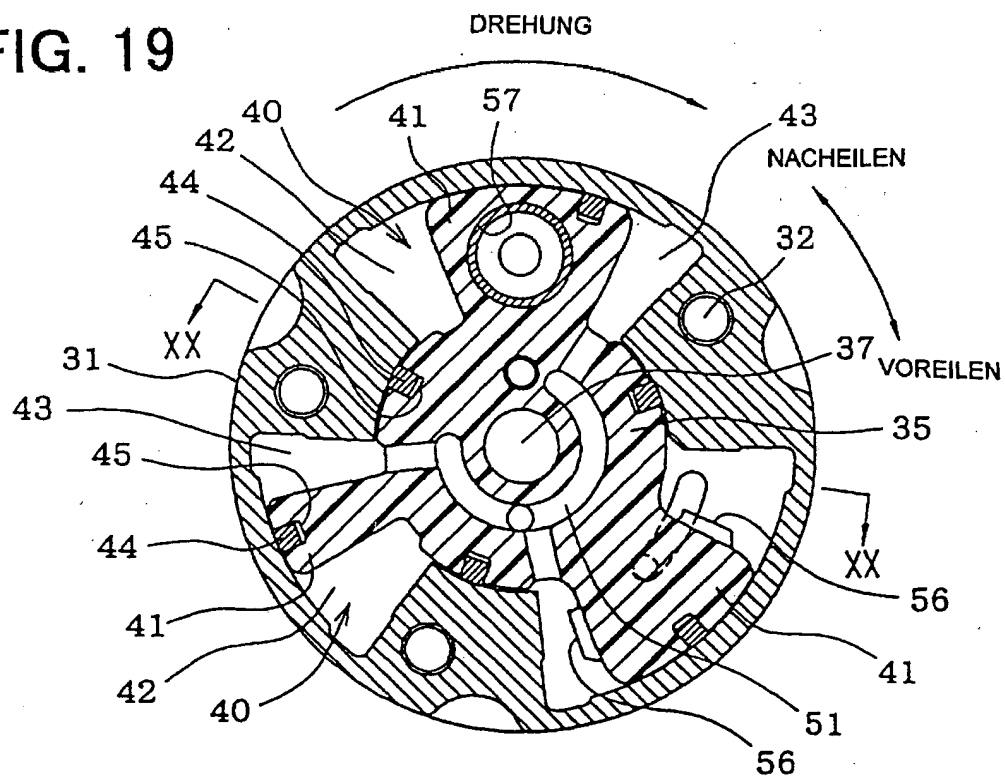


FIG. 20

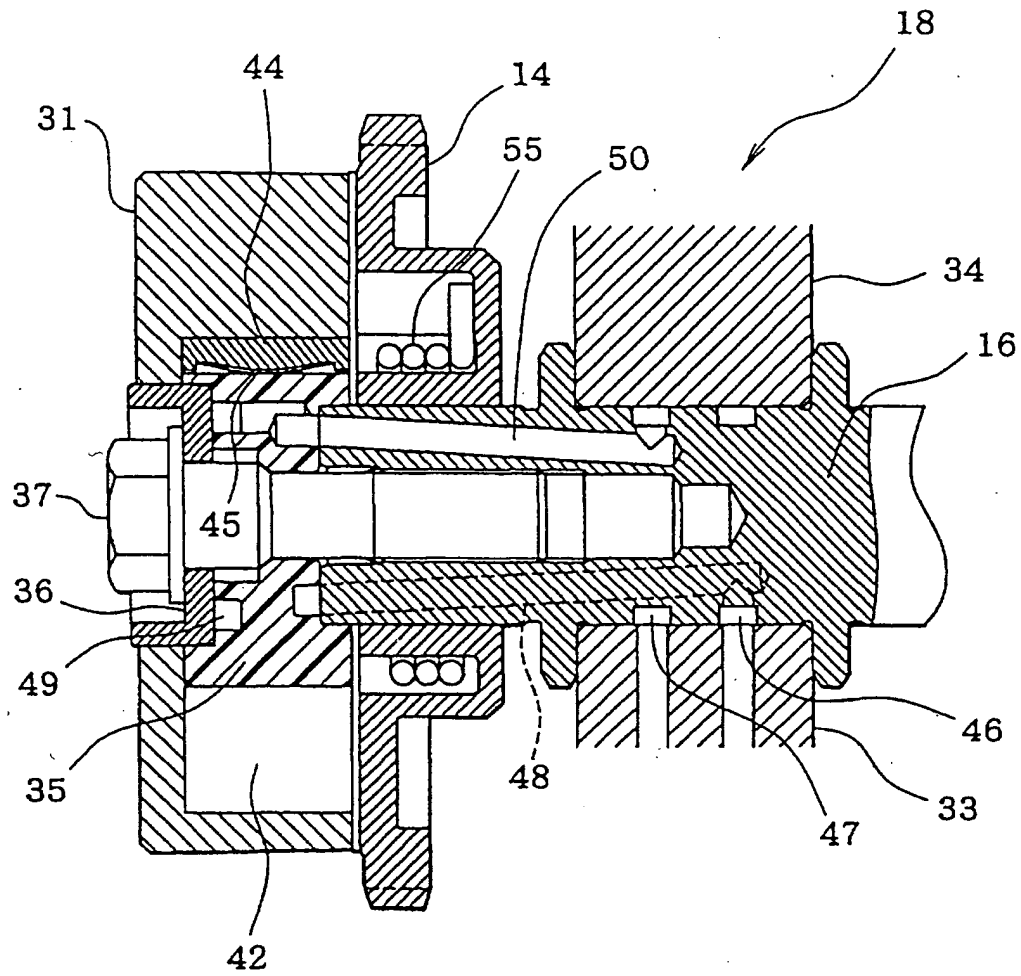


FIG. 21

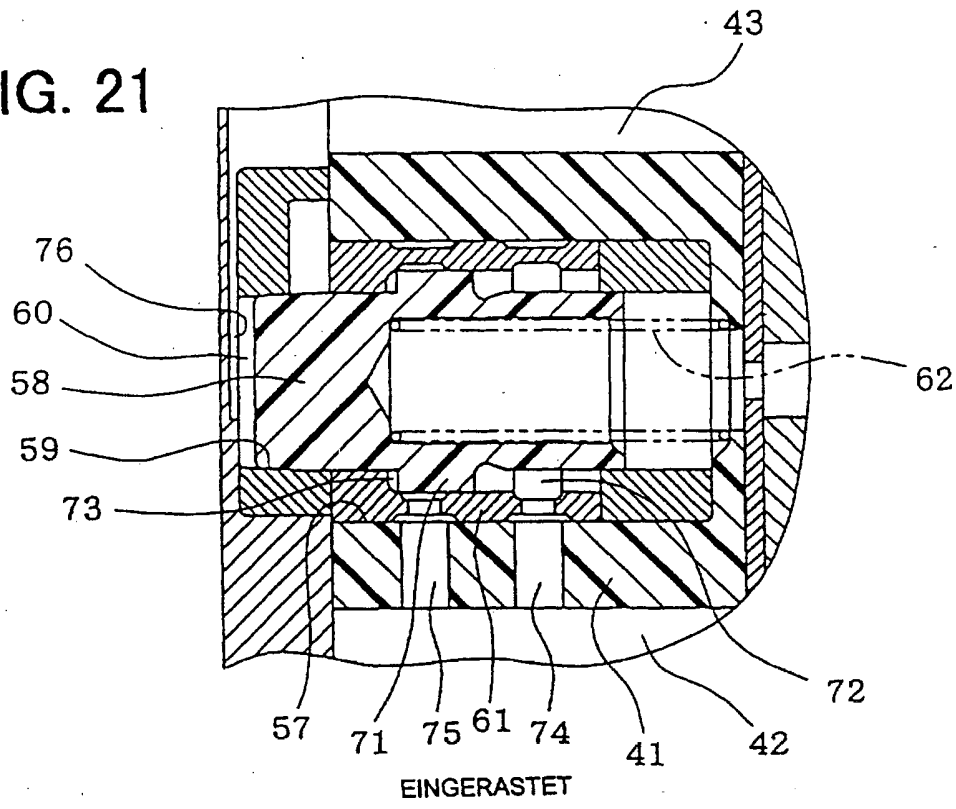


FIG. 22

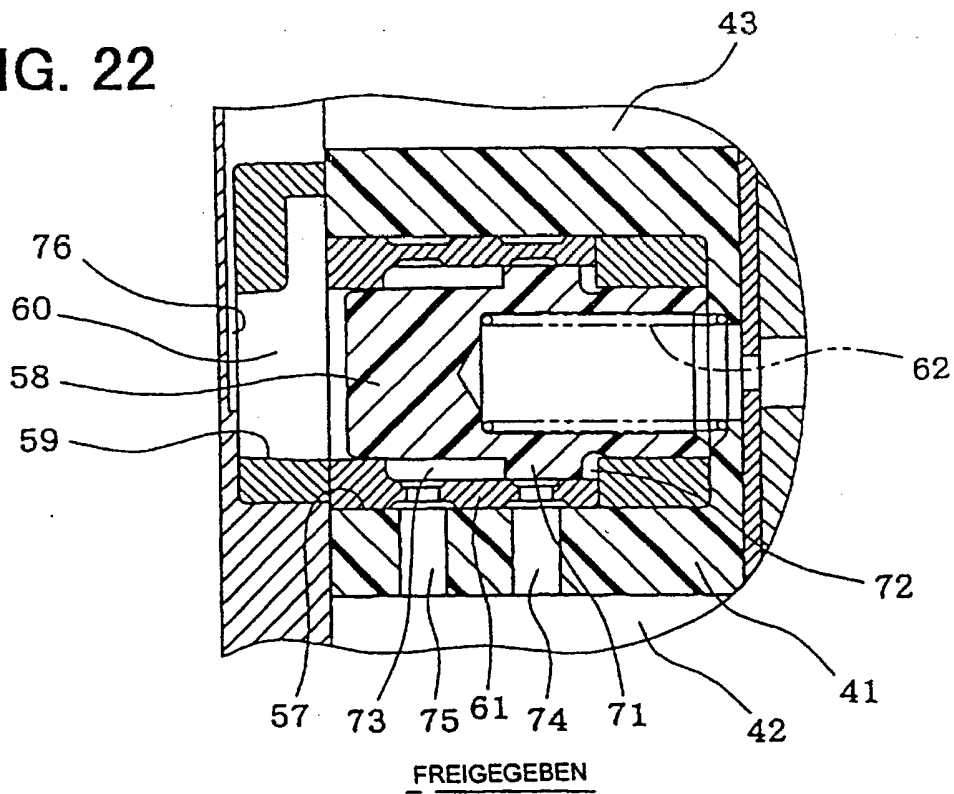


FIG. 23

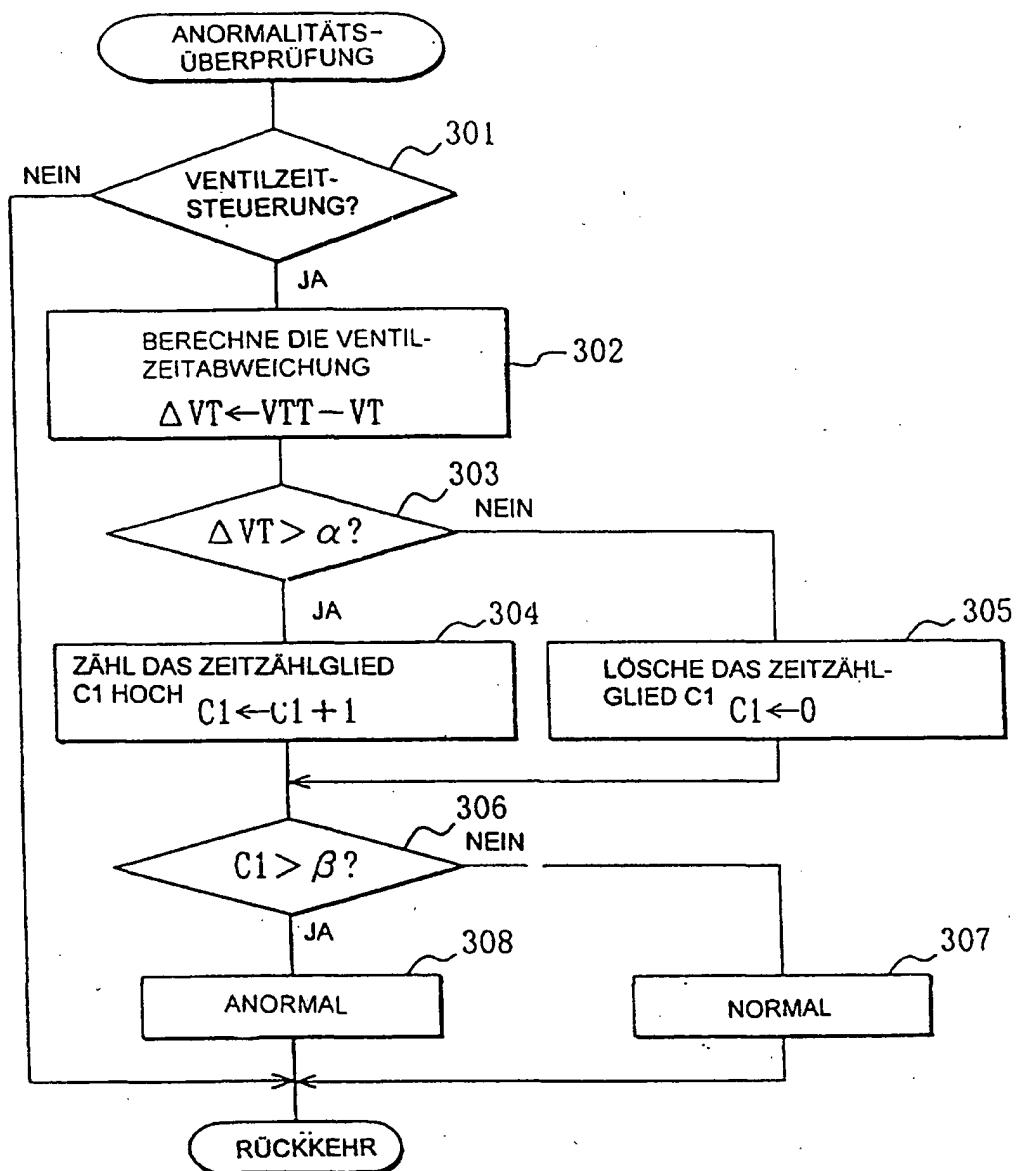


FIG. 24

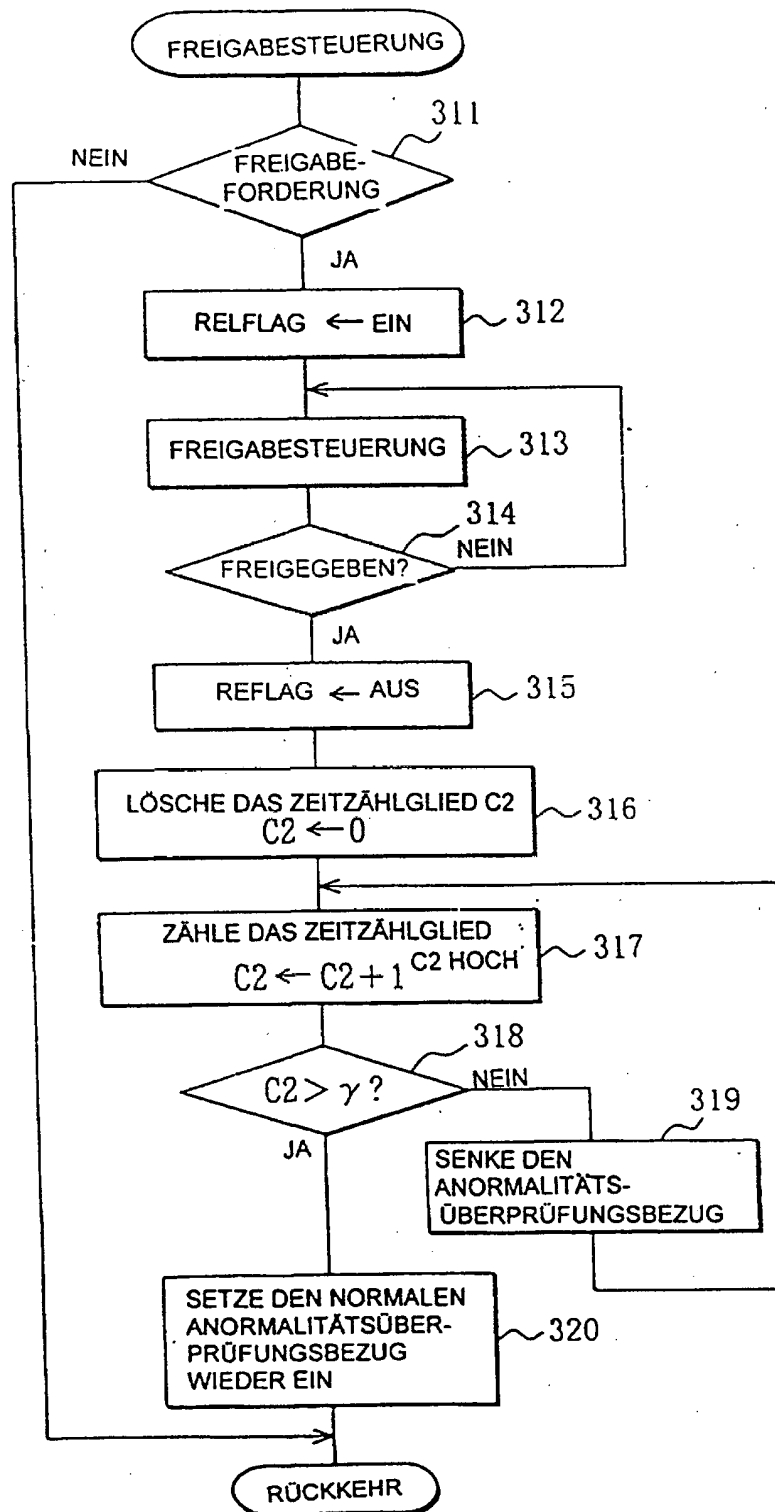


FIG. 25

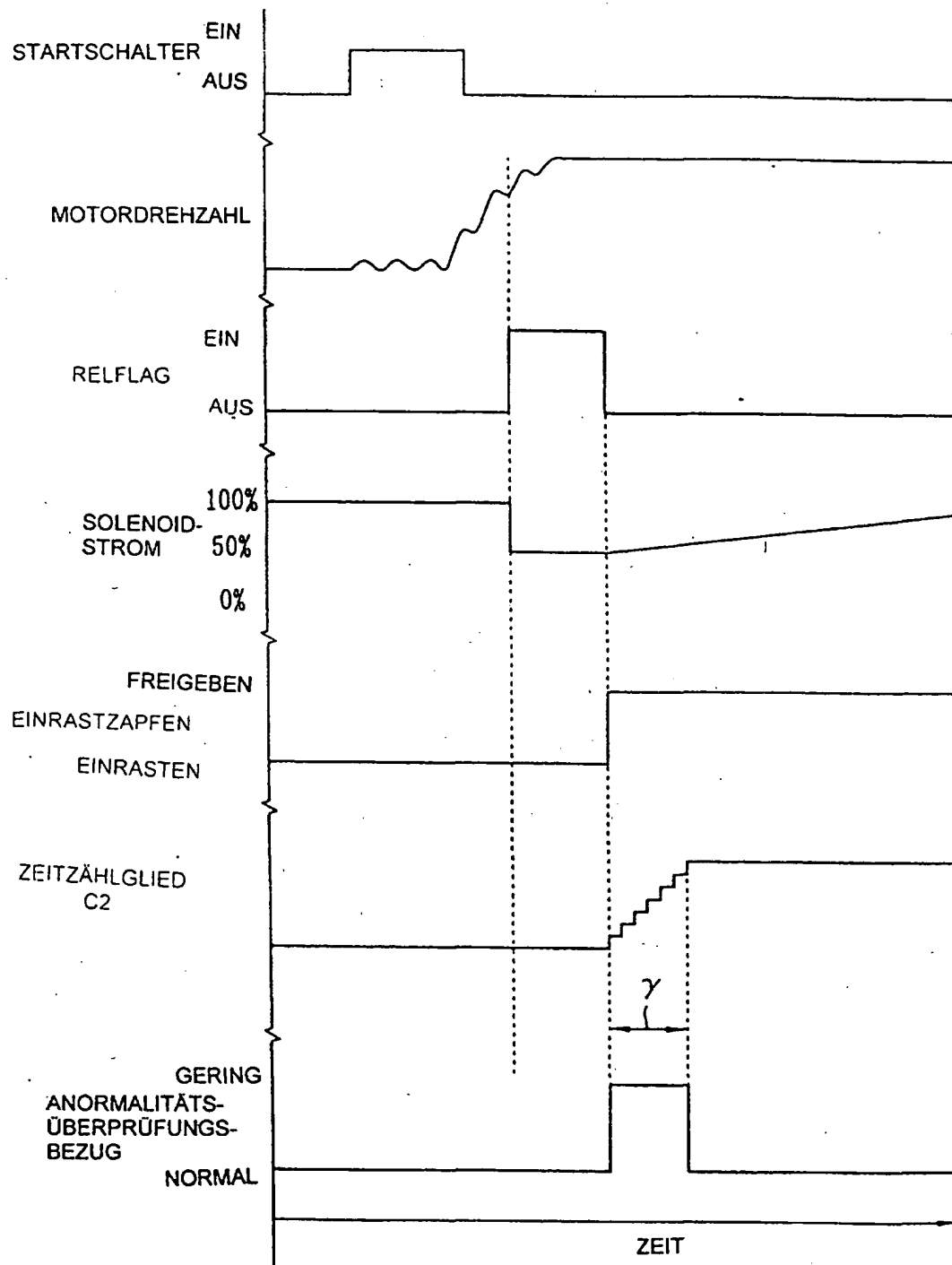


FIG. 26

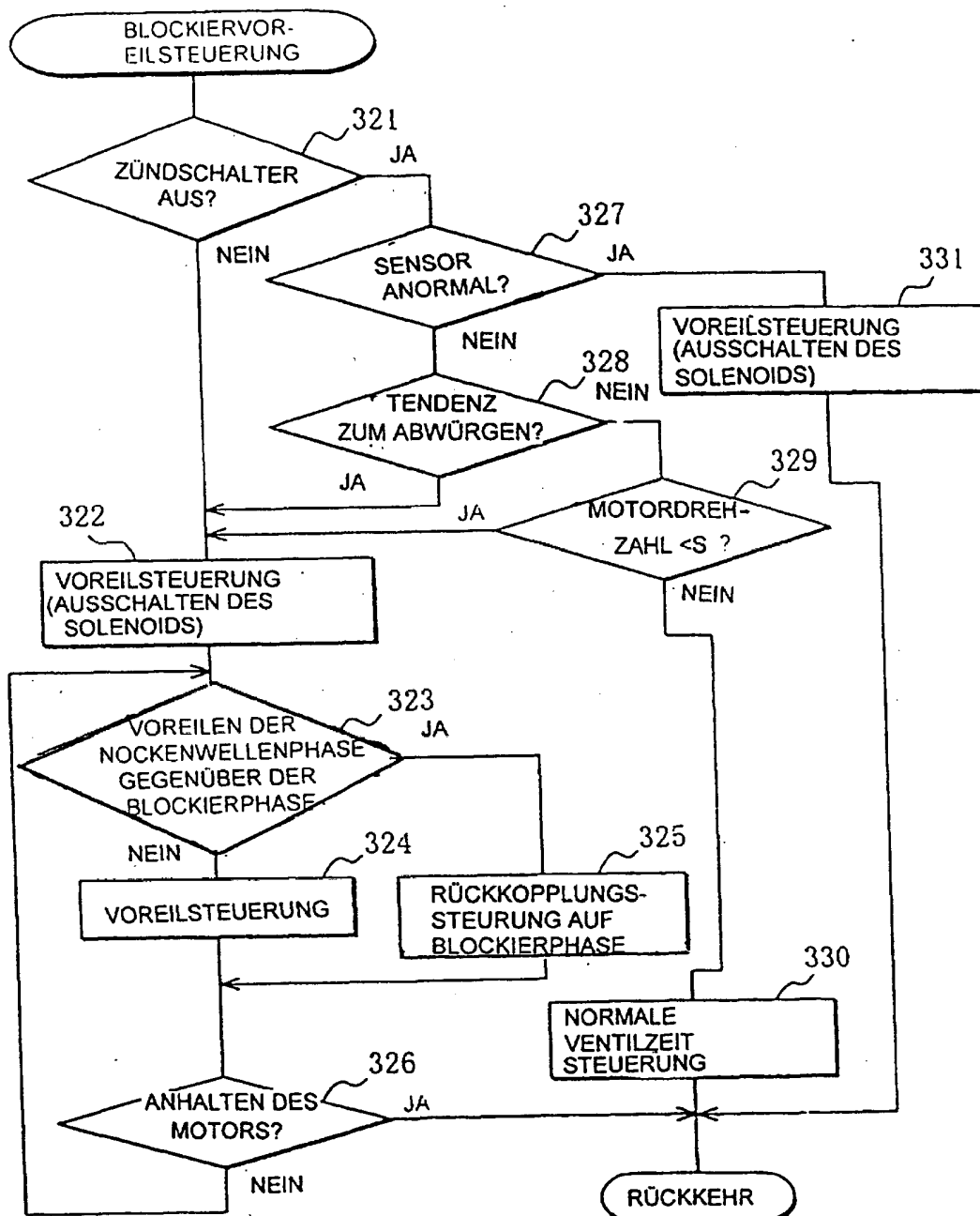


FIG. 27

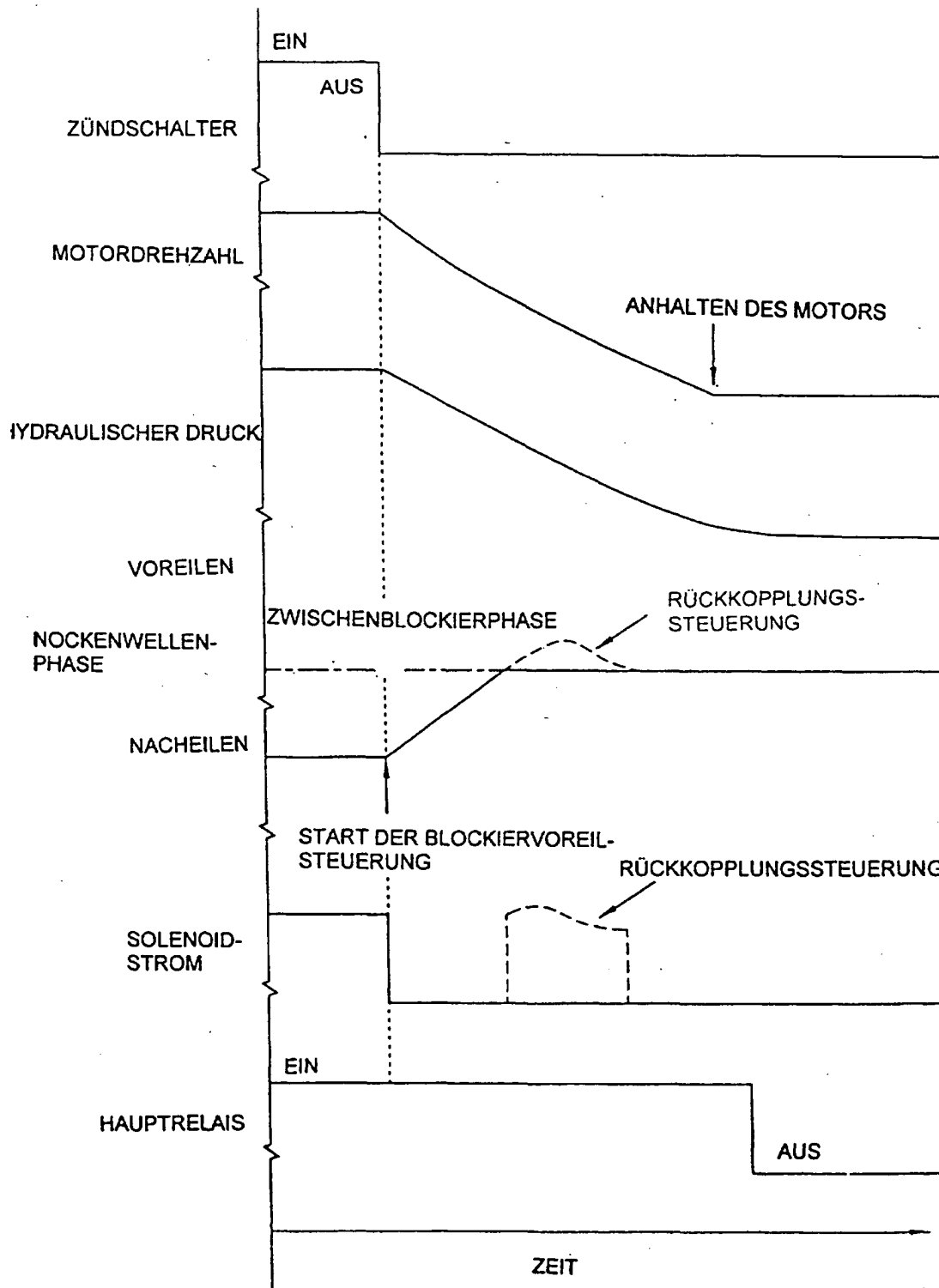


FIG. 28

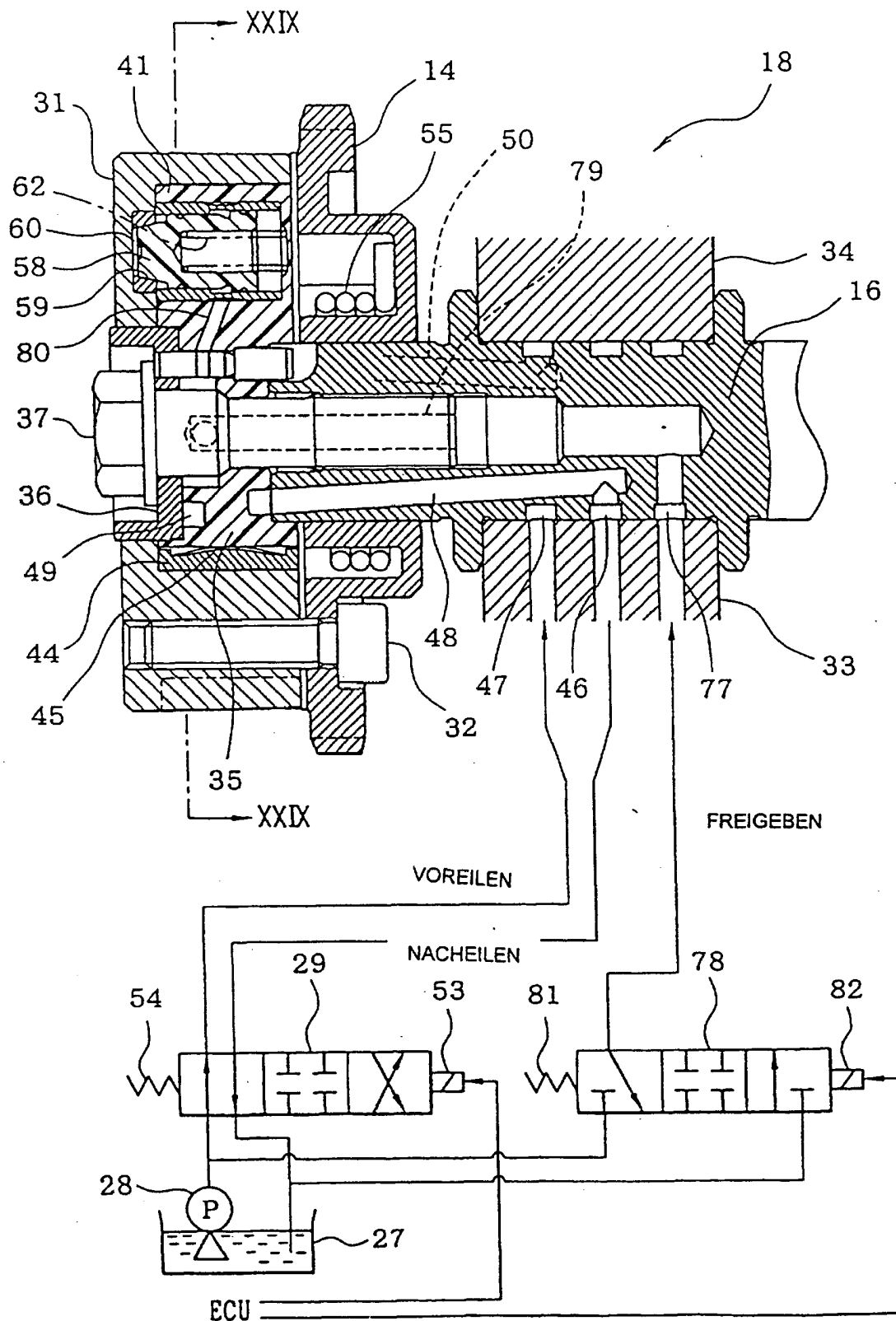


FIG. 29

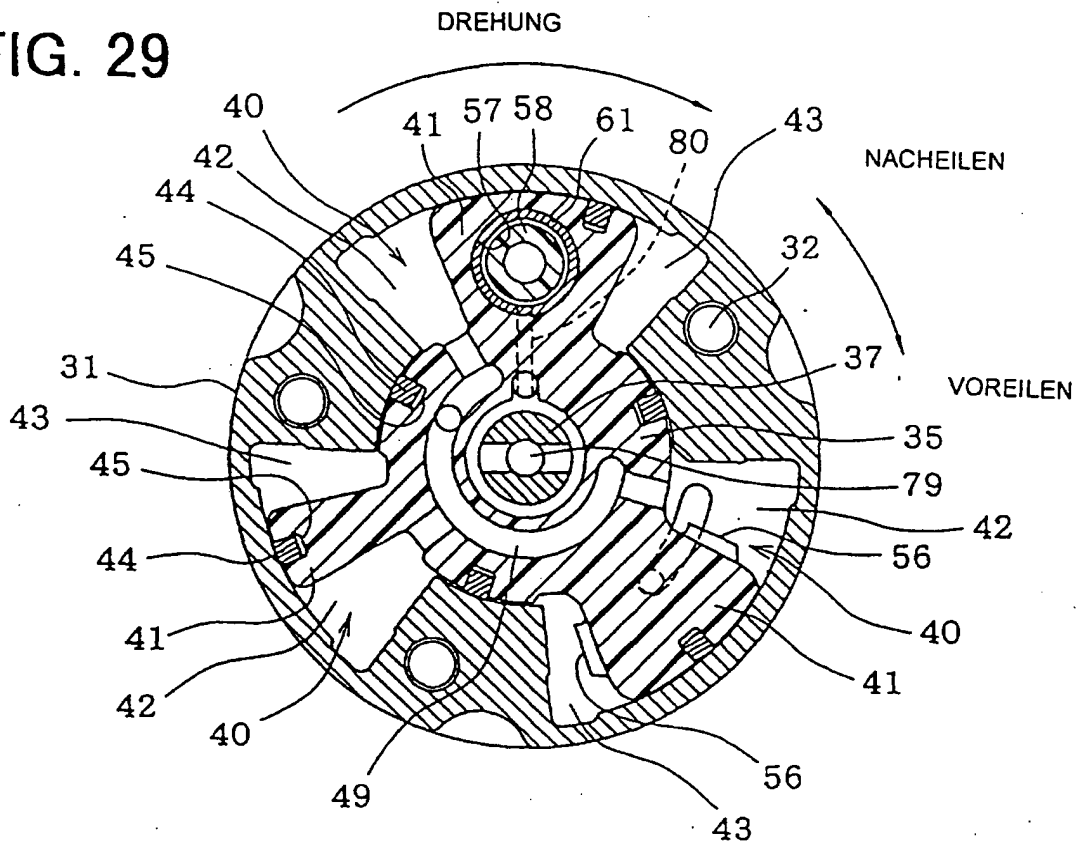


FIG. 30

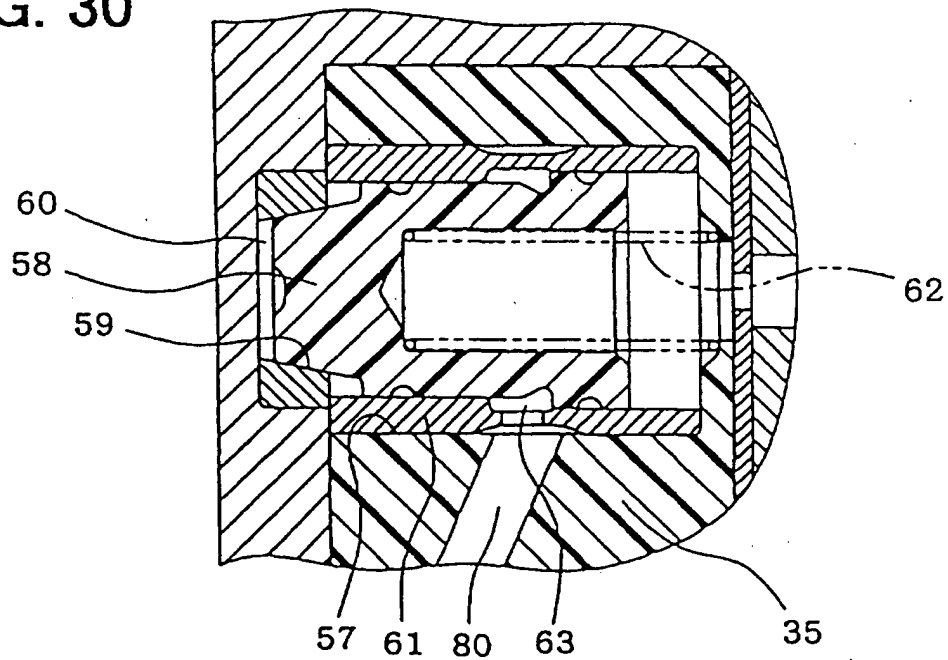


FIG. 31

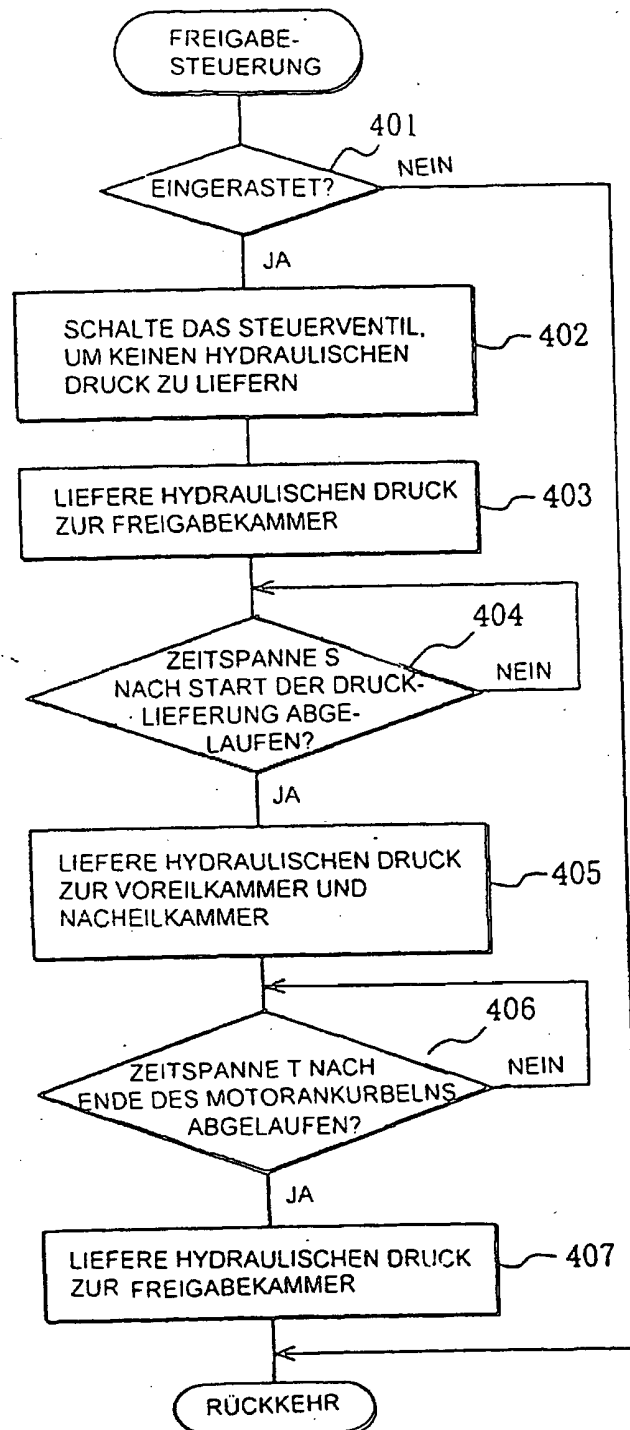


FIG. 32

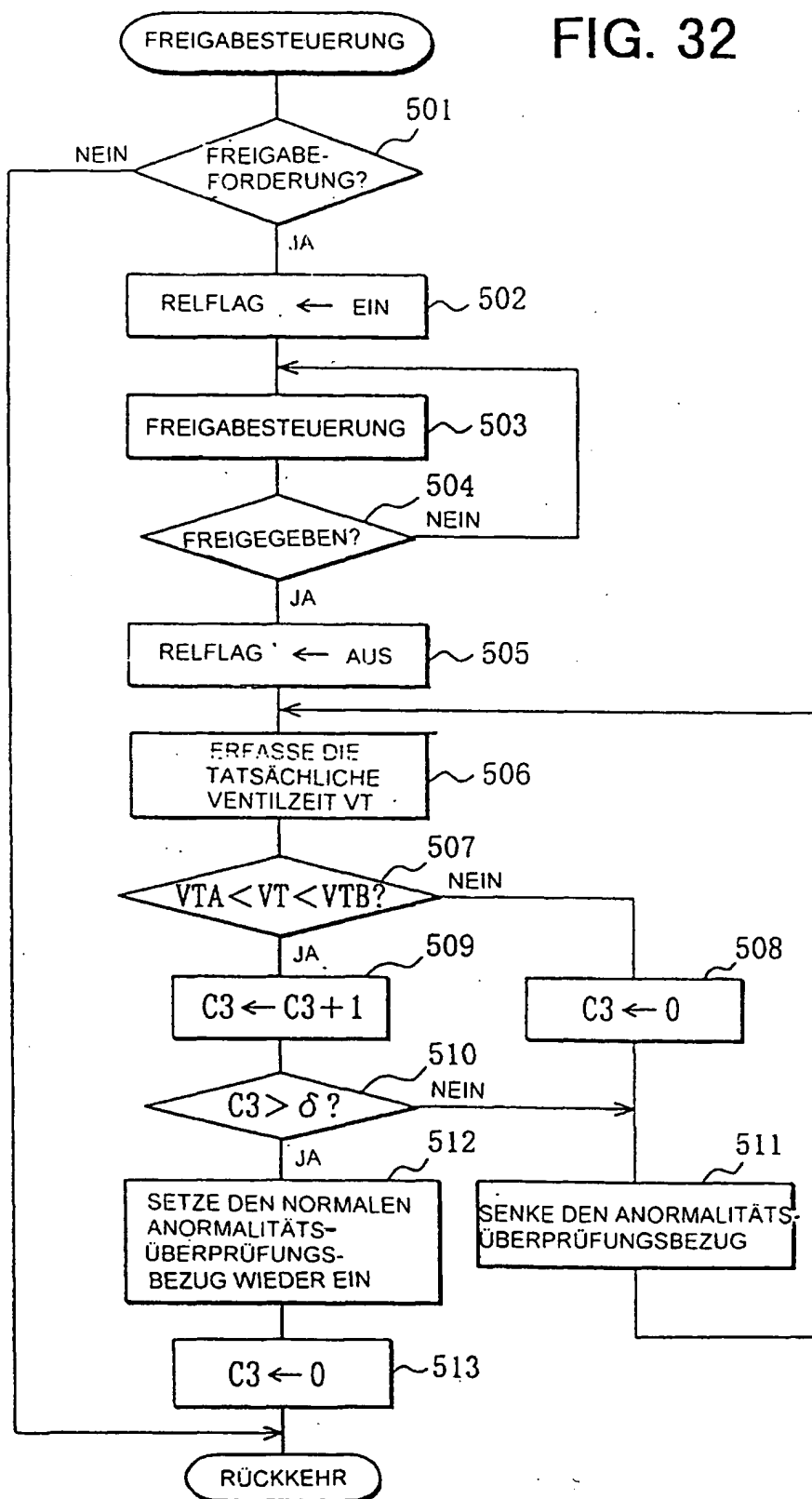


FIG. 33

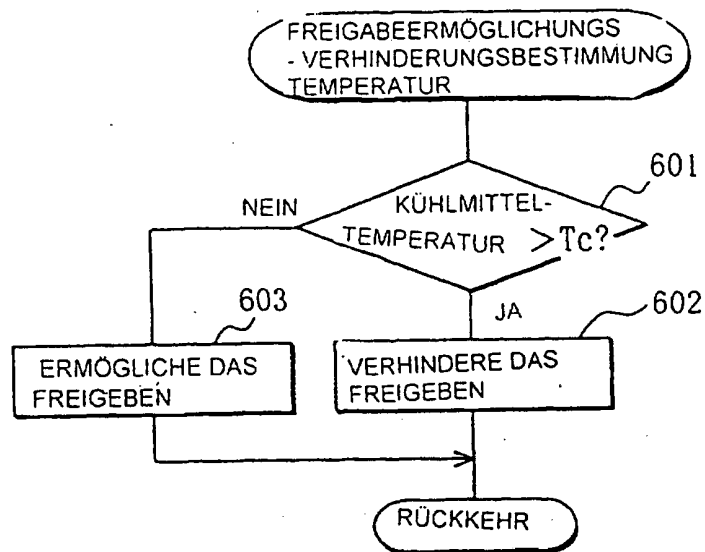


FIG. 34

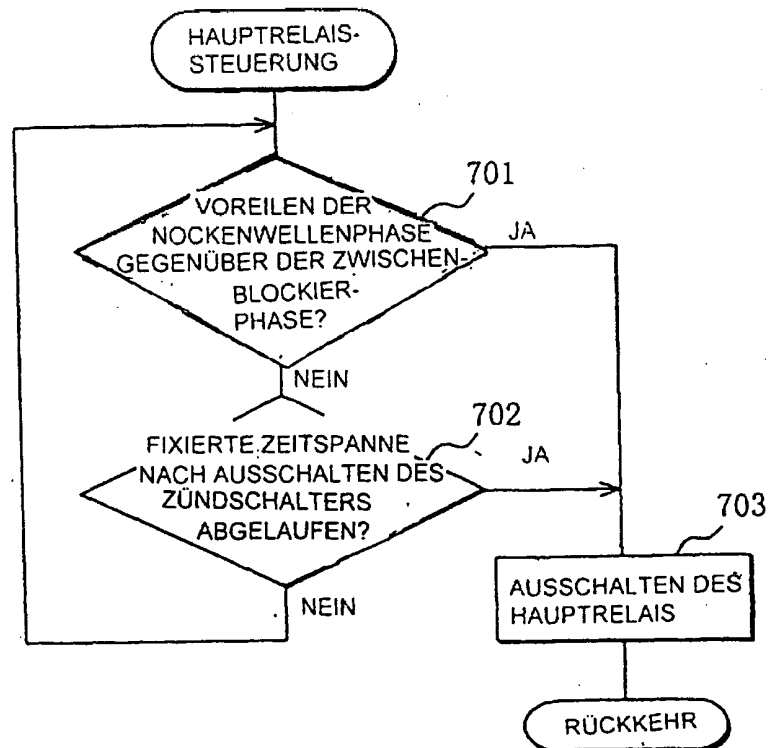


FIG. 35

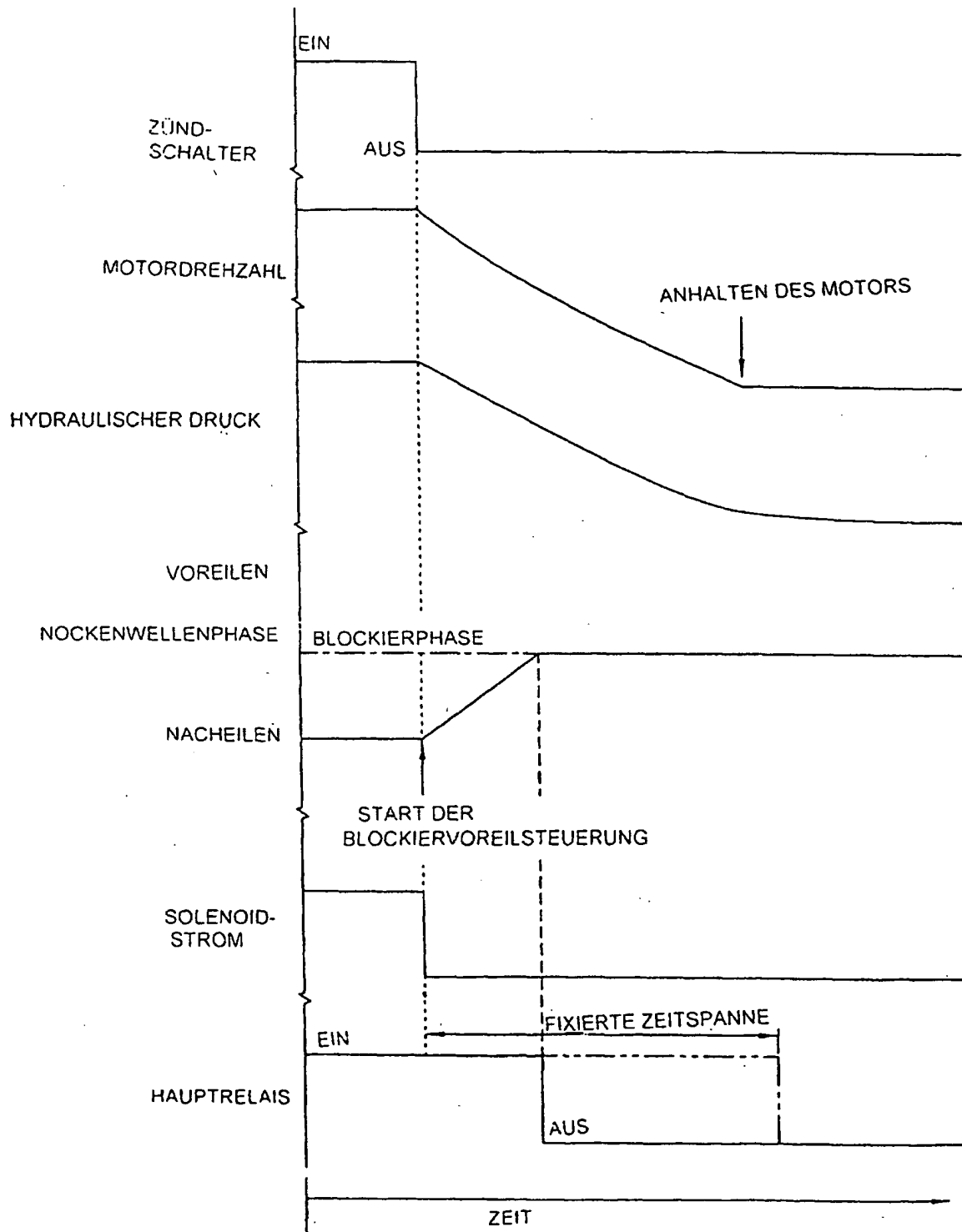


FIG. 36

STAND DER TECHNIK

